

## Trabajo Fin de Grado

Estudio de necesidades para la implementación de  
la Gestión del Control de Daños Colaterales (CDE)  
a nivel Brigada

Autor

C.A.C. Art. Don Guzmán Caballero Caballero

Director/es

Dra. Doña Etelvina Javierre Pérez  
Capitán Don José Manuel Fernández Salas

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
2018

[Página en blanco]

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, me gustaría mostrar mi agradecimiento a mi directora académica, la Dra. Doña Etelvina Javierre Pérez, por su total disponibilidad, su implicación y dedicación, su saber y sus consejos para la buena realización de este TFG.

En segundo lugar, me gustaría agradecer a mi tutor militar, el capitán José Manuel Fernández Salas, toda la ayuda recibida en cuanto a la obtención de información, el camino a seguir y la explicación de la materia militar necesaria para abordar el problema que pretende afrontar este TFG. Aprovecho este inciso para agradecer el trato recibido durante mis prácticas externas en el Grupo de Artillería de Campaña de la BOP “Guzmán el Bueno X” por parte de todos sus integrantes en general, y la segunda Batería en particular, haciéndome sentir uno más de la unidad desde el primer día.

En tercer lugar, agradecer a todo el profesorado de la Academia General Militar y el Centro Universitario de la Defensa, por su contribución a mi formación académica, militar y personal, pues somos el resultado de nuestras vivencias y aquí, durante cuatro años, he tenido la oportunidad de vivir intensamente.

Por último, agradecer a mi familia, y en especial a mi esposa, la comprensión, el amor incondicional, el apoyo y la paciencia mantenida desde que decidí emprender este largo y gratificante camino.

## RESUMEN

En cualquier operación militar llevada a cabo fuera de nuestra frontera nacional es de obligado cumplimiento el Derecho de la Guerra, las leyes internacionales tales como el Derecho Internacional de los Conflictos Armados, el Derecho Internacional Humanitario o las Reglas de Enfrentamiento y los principios de Distinción, Necesidad y Proporcionalidad.

A nivel estratégico-operacional, los jefes de las fuerzas operativas establecen objetivos de gran valor y prioridad cruciales para el éxito de la misión encomendada. Sin embargo, en ocasiones, estos objetivos son difíciles de conseguir con el efecto deseado sin incumplir el derecho internacional y los principios anteriormente mencionados. Es en estos casos donde una metodología para el cálculo de los posibles daños colaterales permite adecuar la acción militar al contexto específico de la operación.

La estimación de daños colaterales (CDE) es una herramienta directamente relacionada con la evaluación del posible daño ocasionado en relación con la ventaja militar global a alcanzar, a través de una acción sobre un blanco. Esta herramienta es un pilar fundamental para el desarrollo del blanco y permite al Jefe de una operación aprobar la acción que se estime oportuna sobre un determinado blanco.

Actualmente, según la doctrina existente en nuestras Fuerzas Armadas, la CDE se utilizará únicamente a nivel operacional dentro del proceso Targeting. Un proceso cíclico y multidisciplinar a través del cual se integran las actividades cuya finalidad es producir un efecto, letal o no letal, en los diferentes actores presentes en el entorno en el que se desarrollan las operaciones.

El objetivo de este trabajo es contribuir a la implantación de la herramienta CDE integrada en el proceso de Gestión del Control de Daños Colaterales (GCDC) en una Brigada, no siendo un proceso empleado únicamente en el proceso Targeting para satisfacer los objetivos del Comandante del Mando de Operaciones. Mediante su utilización en niveles inferiores al operacional, se agilizará la toma de decisión de un Jefe de una Pequeña Unidad y se apoyará la sostenibilidad del ritmo de la conducción en una operación.

Por tanto, este Trabajo Fin de Grado (TFG) propone la introducción de la gestión de daños a nivel Brigada y una posible línea a seguir en cuanto al cálculo de CDE derivado de una acción de fuego sobre un blanco.

De este modo, en el TFG se abordan las siguientes cuestiones consideradas necesarias para implantar la GCDC a nivel Brigada. Por un lado, una metodología de estimación del control de daños colaterales que posibilite una determinación de daños colaterales razonable e inherente al empleo de las armas. Ésta se basará en analizar un blanco y calificarlo mediante niveles de CDE, para lo que será preciso un análisis de los sistemas de armas y municiones que se deseen emplear para conseguir el efecto deseado. También será necesario integrar una herramienta que estime de forma aproximada el potencial daño colateral que se ocasiona con la acción militar. Los daños colaterales que aparezcan tras una acción militar dependerán, en gran medida, de la precisión que se logre alcanzar en su estimación previa. Por último, se propone una organización y procedimiento operativo que sustente el proceso de GCDC en la Brigada, además de identificar las aptitudes y cursos necesarios para que el personal integrante de este proceso aborde las necesidades que se presenten en sus distintas fases.

Por otra parte, debido a las necesidades que implica implementar la GCDC, también se realiza un análisis para valorar la idoneidad de los medios de que dispone una Brigada para la realizar los procesos de información, localización, reconocimiento, vigilancia, evaluación de daños y adquisición de objetivos, fundamentales para poder llevar a cabo dicho proceso. Y, tan importante como lo anterior, se estudian los sistemas de armas y las municiones que emplea la Brigada en sus acciones de fuego. A este respecto, este TFG presenta un cálculo del radio de efectos colaterales del proyectil rompedor (HE) M107 lanzado por una pieza de artillería ATP 155/39 (series M109A5, M109A6, Tubo M284), en dotación a nivel Brigada. La creación de documentos con información detallada sobre los distintos radios de efectos colaterales de la munición y sistemas de armas empleados sobre los distintos escenarios en los que se deseen utilizar se considera imprescindible para llevar a cabo la GCDC.

Por tanto, se puede concluir que la implantación de la GCDC a nivel Brigada es altamente recomendable, en base a los beneficios que ofrece respecto a la toma de decisión del mando y la sostenibilidad del ritmo de la conducción operacional. Sin embargo, la implantación de la GCDC

debe realizarse atendiendo a todas las necesidades (es decir, medios materiales y estructura operativa) que ello demanda.

**Palabras clave:** Targeting, CDE, CDM, CDA, BDA, CER, Daños colaterales, Gestión del Control de Daños Colaterales.



## ABSTRACT

International laws such as the Law of War, the International Law of Armed Conflicts, the International Humanitarian Law or the Rules of Engagement together with the Distinction, Need and Proportionality principles are mandatory in any military operation abroad.

At a strategic-operational level, the heads of the operational forces establish objectives of great value and priority for the success of the entrusted mission. However, sometimes, these objectives are very difficult to achieve with the desired effects without violating the international law and the aforementioned principles. In these cases, a methodology for the calculation of possible collateral damages allows to adapt the military action to the specific context of the operation.

The collateral damage estimation (CDE) is a tool directly related to the evaluation of the possible damage caused in regard to sought the global military advantage. This tool is crucial in the study of the target, and it allows the person in charge to approve the action that is deemed appropriate on a specific target.

Currently, according to our Armed Forces doctrine, the CDE will be used only at an operational level within the Targeting process. This is a cyclic and multidisciplinary process which integrates all the activities in order to produce a determined effect, lethal or non-lethal, on the different actors present in the environment in which the operations are carried out.

The objective of this end-of-degree project is to contribute to the implementation of the CDE tool integrated in the process of Collateral Damage Control Management (CDCM) at the Brigade level, extending its use from the initial idea of being only used in the Targeting process to support the objectives of the Operations Command Commander. In this way, this tool will be able to help in the course and management of operations at the scale of smaller Units.

Therefore, this end-of-degree project proposes to introduce the damage management at Brigade level, as well as to give a procedure for the calculation of collateral damage estimate resulting from a fire action on a target. With that goal in mind, this end-of-degree project develops on the necessary elements to implement the Collateral Damage Control Management (CDCM) at Brigade level. More specifically, these elements are the methodology for an accurate estimation of the collateral damage, the means for both surveillance and fire actions, and the organization and operational procedure that supports the CDCM.

On the one hand, a CDE methodology that enables reasonable and inherent collateral damage determination in the use of weapons is proposed. This methodology will be based on the analysis and classification of the target using different levels of CDE. To do that, it will be necessary to analyze the weapons and ammunition systems that can be used to achieve the desired effects. This methodology will need to integrate furthermore, a tool that estimates the potential collateral damage that will be caused by the military action, which must be as accurate as possible to avoid unexpected collateral damages. Finally, an organization and operative procedure that supports the CDCM process at Brigade is proposed, together with the skills and courses necessary for the personnel involved in this process to address the needs that arise in the different phases of the CDCM.

On the other hand, due to the needs involved in implementing the CDCM, an analysis is also carried out to assess the suitability of the means available in a Brigade to carry out information, location, reconnaissance, monitoring, damage assessment and acquisition of objectives procedures, which are very important to perform the CDCM. And, as important as the previous information, the weapons systems and ammunition that the Brigade employs to fire will also be studied. In this regard, this end-of-degree project presents an collateral effect radius for the M-107 high explosive projectile when it is launched by an ATP artillery howitzer (M109A5, M109A6, M284 barrel), which are in the Brigade.

In addition to the CDE tool, the means available at the Brigade to carry out information, location, reconnaissance, monitoring, damage assessment and acquisition of objectives, and the means to produce fire (weapons systems and ammunition), are fundamental to the success of the CDCM. These means will be thoroughly analyzed in the end-of-degree project, and collateral effect radius for the M-107 high explosive projectile when it is launched by an ATP artillery howitzer (M109A5, M109A6, M284 barrel) will be explicitly given. The creation of documents with detailed information on the different weapons systems and ammunition collateral effect radius used in different landscapes are considered essential to carry out the CDCM.

Therefore, it can be concluded that the implementation of the CDCM at the Brigade level is highly desirable, based on the advantages it offers in terms of the military decision making and the sustainability in the course and management of the operational levels. However, the implementation of the CDCM must be carried out according to all the needs (that is, material means and operational structure) that this demands.

**Keywords:** Targeting, CDE, CDA, BDA, CER, Collateral damage, Collateral damage estimation methodology.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....  | II |
| ABSTRACT.....  | V  |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....  | IX |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | XI |
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
| 1.1 OBJETIVOS .....  | 2  |
| 1.2 ALCANCE .....  | 2  |
| 1.3 METODOLOGÍA .....  | 2  |
| 2. ESTADO DEL ARTE.....  | 4  |
| 3. GESTIÓN DEL CONTROL DE DAÑOS COLATERALES EN UNA BRIGADA .....                   | 6  |
| 3.1 IMPORTANCIA DE LA MEDICIÓN DE LOS DAÑOS COLATERALES .....                      | 7  |
| 3.2 METODOLOGÍA DEL CONTROL DE DAÑOS COLATERALES (CDM) .....                       | 9  |
| 3.3 ASIGNACIÓN DE NIVELES DE CDE .....   | 12 |
| 3.3.1 NIVEL 1 DE CDE .....   | 12 |
| 3.3.2 NIVEL 2 DE CDE .....   | 12 |
| 3.3.3 NIVEL 3 DE CDE .....   | 13 |
| 3.3.4 NIVEL 4 DE CDE .....   | 13 |
| 3.3.5 NIVEL 5 DE CDE .....   | 13 |
| 3.4 EVALUACIÓN DE DAÑOS DE COMBATE (BDA) .....                                     | 15 |
| 4. MEDIOS ISTAR DE APOYO A LA CDE .....  | 16 |
| 4.1 MEDIOS EXISTENTES EN UNA BRIGADA ORGÁNICA POLIVALENTE (BOP)                    | 16 |
| 4.2 MEDIOS QUE PODRÍAN INTEGRARSE EN UNA BOP .....                                 | 18 |
| 4.3 MEDIOS DE RECIENTE ADQUISICIÓN EN EL ET DE GRAN INTERÉS PARA CDE               | 20 |
| 5. SISTEMAS DE ARMAS Y MUNICIONES DE INTERÉS PARA LA GCDC.....                     | 23 |
| 5.1 TIPOS DE MUNICIONES Y SISTEMAS DE ARMAS EN UNA BOP .....                       | 23 |
| 5.2 ADQUISICIONES NECESARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GCDC EN LA BRIGADA ..... | 24 |
| 6. PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO Y ESTRUCTURA PARA LA GCDC .....                      | 26 |
| 7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS .....   | 28 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 31 |
| ANEXO A: GLOSARIO DE ABREVIATURAS .....  | 33 |
| ANEXO B: CÁLCULO DE CER PARA UN PROYECTIL ROMPEDOR (HE).....                       | 34 |
| ANEXO C: CÁLCULO DE ESTIMACIÓN DE BAJAS .....                                      | 42 |
| ANEXO D: CASOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN DE LA GCDC .....                            | 43 |
| ANEXO E: ANÁLISIS DE RPAS CLASE I (LIGEROS).....                                   | 48 |
| ANEXO F: MEDIOS PERTENECIENTES A LA BOP .....                                      | 59 |
| ANEXO G: SISTEMAS DE ARMAS EXISTENTES EN UNA BOP .....                             | 62 |
| ANEXO H: MEDIOS DEL GAIL .....   | 63 |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....   | 65 |



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|   |    |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 1. CICLO DE TARGETING CONJUNTO.....   | 6  |
| ILUSTRACIÓN 2. ÁREA DE PELIGRO COLATERAL Y RADIO DE EFECTOS COLATERALES PARA UN<br>BLANCO PUNTUAL ..... | 8  |
| ILUSTRACIÓN 3. GUÍA RÁPIDA DE CDM.....  | 10 |
| ILUSTRACIÓN 4. BLANCO DE NIVEL 1 DE CDE.....  | 11 |
| ILUSTRACIÓN 5. BLANCO DE NIVEL 2 DE CDE.....  | 11 |
| ILUSTRACIÓN 6. BLANCO DE NIVEL 3 DE CDE.....  | 11 |
| ILUSTRACIÓN 7. SISTEMA MINI UAV RAVEN RQ-11B.. .....  | 17 |
| ILUSTRACIÓN 8. PASI DEL ET BASADO EN EL SEARCHER DE LA EMPRESA ISRAELÍ IAI.....                         | 19 |
| ILUSTRACIÓN 9. RADAR CHART DE RPAS.....   | 22 |
| ILUSTRACIÓN 10. PROYECTIL ROMPEDOR M-107 DE 155 MM. ....  | 23 |
| ILUSTRACIÓN 11. ESPOLETA DE PI.....   | 23 |
| ILUSTRACIÓN 12. ESPOLETA MECÁNICA A TIEMPOS (MT) .....  | 23 |
| ILUSTRACIÓN 13. ESPOLETA DE PROXIMIDAD (VT) .....   | 23 |
| ILUSTRACIÓN 14. ERRORES PROBABLES CIRCULARES.....   | 24 |
| ILUSTRACIÓN 15. EXCALIBUR M982.....   | 25 |
| ILUSTRACIÓN 16. PGK M-1156. ....  | 25 |
| ILUSTRACIÓN 17. VULCANO V115 GLR-SAL. ....  | 25 |
| ILUSTRACIÓN 18. CLASIFICACIÓN DEL TROCEO .....  | 35 |
| ILUSTRACIÓN 19. FOTOGRAFÍA DE LA PREPARACIÓN DE UNA PRUEBA .....  | 35 |
| ILUSTRACIÓN 20. COLOCACIÓN DE LOS PANELES EN LA CERCA DE IMPACTOS.....                                  | 35 |
| ILUSTRACIÓN 21. CURVA DE FRECUENCIA DE ERRORES ACCIDENTALES. TIPO NORMAL. ....                          | 36 |
| ILUSTRACIÓN 22. CONO DE IMPACTOS. ....  | 37 |
| ILUSTRACIÓN 23. ELIPSE DE IMPACTOS.....   | 37 |
| ILUSTRACIÓN 24. PROBABILIDAD DE TIRO EN LOS 64 RECTÁNGULOS ELEMENTALES .....                            | 37 |
| ILUSTRACIÓN 25. ESCALA DE DISPERSIÓN DE TIPO CIRCULAR .....   | 38 |
| ILUSTRACIÓN 26. HUELLA DE 12 SALVAS DE PROYECTIL M107: D= 14.000 m, H= 4 m, V= 306 m/s ..               | 38 |
| ILUSTRACIÓN 27. DISTRIB. DE UNA VARIABLE ALEATORIA NORMAL N (0, 1).....                                 | 40 |
| ILUSTRACIÓN 28. RELACIÓN CHA VS ELIPSE DE DISPERSIÓN. ....  | 41 |
| ILUSTRACIÓN 29. FACTOR DE BAJAS.....  | 42 |
| ILUSTRACIÓN 30. VISIÓN GRÁFICA AÉREA DEL RPAS CASO 1°. ....   | 43 |
| ILUSTRACIÓN 31. VISIÓN AÉREA REAL RPAS DEL BLANCO Y LOS CO CASO 1° .....                                | 43 |
| ILUSTRACIÓN 32. VISIÓN AÉREA REAL RPAS DEL BLANCO CASO 1 .....  | 43 |
| ILUSTRACIÓN 33. IMAGEN CO1 CASO 1. ....   | 43 |
| ILUSTRACIÓN 34. VISIÓN AÉREA RPAS CO2 CASO 1°. ....   | 43 |
| ILUSTRACIÓN 35. VISIÓN AÉREA RPAS CO3 CASO 1°. ....   | 43 |
| ILUSTRACIÓN 36. CREACIÓN DEL CHA CASO 1°. ....  | 44 |
| ILUSTRACIÓN 37. ESQUEMA CASO 1° NIVEL 4 DE CDE.....   | 44 |
| ILUSTRACIÓN 38. VISIÓN GRÁFICA CASO 2° MEDIANTE RPASS.....  | 45 |
| ILUSTRACIÓN 39. VISIÓN AÉREA REAL RPAS CASO 2° CON VISIÓN DE LOS CO. ....                               | 45 |
| ILUSTRACIÓN 40. VISIÓN AÉREA REAL RPAS CASO 2° CON VISIÓN DE LOS CO. ....                               | 45 |
| ILUSTRACIÓN 41. VISIÓN AÉREA REAL RPAS CASO 2° CON VISIÓN DE LOS CO. ....                               | 45 |
| ILUSTRACIÓN 42. VISIÓN AÉREA REAL RPAS CASO 2°. VISIÓN DEL CO2 Y CO3.....                               | 45 |
| ILUSTRACIÓN 43. ESQUEMA CASO 2°.....  | 46 |
| ILUSTRACIÓN 44. ESQUEMA DE NIVEL 4 DE CDE CASO 2°.....  | 46 |
| ILUSTRACIÓN 45. ESQUEMA BLANCO CASO 2°, NIVEL 5 DE CDE.....   | 46 |
| ILUSTRACIÓN 46. COMPARATIVA RPAS ATLANTIC.....  | 58 |
| ILUSTRACIÓN 47. ENCUADRAMIENTO ORGÁNICO DE LOS EQUIPOS OAV.....   | 59 |
| ILUSTRACIÓN 48. TELÉMETRO LÁSER LP-7. PARTE DELANTERA.....  | 59 |
| ILUSTRACIÓN 49. TELÉMETRO LÁSER LP-7. PARTE TRASERA .....   | 59 |
| ILUSTRACIÓN 50. IMAGEN VISIÓN NOCTURNA / DIURNA DEL VECTOR 21 NITE. ....                                | 60 |
| ILUSTRACIÓN 51. IMAGEN DE INDICADORES SOBRE OBJETIVOS .....   | 60 |
| ILUSTRACIÓN 52. IMAGEN DE CONTROL DE LUMINOSIDAD. ....  | 60 |
| ILUSTRACIÓN 53. CÁMARA TÉRMICA SOPHIE MF .....  | 60 |

|   |    |
|---|----|
| ILUSTRACIÓN 54. OBÚS 155/52 SIAC. ....  | 62 |
| ILUSTRACIÓN 55. OBÚS ATP M-109 A5E. ....  | 62 |
| ILUSTRACIÓN 56. OBÚS LIGHT GUN L118.. ....  | 62 |
| ILUSTRACIÓN 57. RADAR ARTHUR SOBRE CAMIÓN .....   | 63 |
| ILUSTRACIÓN 58. POSICIÓN SENSORA HALO .....   | 63 |
| ILUSTRACIÓN 59. PUESTO DE MANDO HALO.....   | 63 |
| ILUSTRACIÓN 60. SISTEMA UAV-PASI MODELO SEARCHER MK-II-J.....   | 63 |
| ILUSTRACIÓN 61. INTERIOR DE LA GCS .....  | 63 |
| ILUSTRACIÓN 62. SISTEMA PROCESADOR DE DATOS DE LA ESTACION MARWIN 32. ....  | 64 |
| ILUSTRACIÓN 63. RADIOSONDA RS 92.....   | 64 |
| ILUSTRACIÓN 64. RADIOSONDA RS 92-D, PARA LA ESTACIÓN RT 20-A .....  | 64 |
| ILUSTRACIÓN 65. EQUIPO INTEGRANTE DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA RT 20-A CON LAS<br>ANTENAS DISPUESTAS PARA EL SEGUIMIENTO DEL GLOBO EN QUE SE DESPLAZA LA<br>RADIOSONDA DE OBTENCIÓN DE DATOS..... | 64 |

# ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL TARGETING .....                               | 6  |
| TABLA 2. TÉCNICAS DE MITIGACIÓN DEL CD.....   | 7  |
| TABLA 3. ASIGNACIÓN DE TEA EN LA CDM .....  | 10 |
| TABLA 4. LÍMITES DE NIVELES DE CDE .....  | 11 |
| TABLA 5. PASOS NIVEL 1 DE CDE.....  | 12 |
| TABLA 6. CONDICIÓN BALÍSTICA TERMINAL CONTRA UBICACIÓN DE PERSONAL NO-COMBATIENTE.. | 13 |
| TABLA 7. FACTORES QUE REQUIEREN NIVEL 5 DE CDE. ....                                | 14 |
| TABLA 8. TABLA REFERENCIA DE REGLAS MATEMÁTICAS PARA EL CÁLCULO DE CDE.....         | 14 |
| TABLA 9. OBTENCIÓN DE UNA EVALUACIÓN ALTA O BAJA DE CDE. ....                       | 14 |
| TABLA 10. FICHA DE ESTIMACIÓN DE BAJAS. ....  | 15 |
| TABLA 11. MEDIOS ISTAR EN UNA BOP.....  | 16 |
| TABLA 12. ANÁLISIS DAFO MINI UAV RAVEN RQ-11B .....                                 | 17 |
| TABLA 13. MEDIOS ISTAR DEL GAIL. ....   | 19 |
| TABLA 14. ANÁLISIS DAFO DEL SISTEMA UAV-PASI .....                                  | 20 |
| TABLA 15. CLASIFICACIÓN DE RPAS ADOPTADA EN ESPAÑA .....                            | 21 |
| TABLA 16: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS RPAS TUCÁN Y RPAS ATLANTIC.....                  | 21 |
| TABLA 17. CARACTERÍSTICAS PGM/PGK .....   | 25 |
| TABLA 18. ELEMENTO GCDC.....  | 26 |
| TABLA 19. ESTRUCTURA OPERATIVA PARA LA GCDC A NIVEL BRIGADA .....                   | 27 |
| TABLA 20. APTITUD Y CURSOS NECESARIOS EN LA GCDC .....                              | 27 |
| TABLA 21. COMBINACIONES DE CARGAS Y DISTANCIAS .....                                | 34 |
| TABLA 22. SUPERFICIE DE ÁREA LETAL PARA PERSONAL.....                               | 36 |
| TABLA 23. RADIO EFECTOS LETALES DEL PROYECTIL ROMPEDOR .....                        | 39 |
| TABLA 24. RADIO DEL CÍRCULO DE DISPERSIÓN DEL PROYECTIL ROMPEDOR .....              | 39 |
| TABLA 25. CER PARA EL PROYECTIL ROMPEDOR M107 .....                                 | 40 |
| TABLA 26. FICHA DE ESTIMACIÓN DE BAJAS PARA CASO 2º .....                           | 47 |
| TABLA 27. CARACTERÍSTICAS DE LA BRÚJULA MAGNÉTICA DIGITAL .....                     | 60 |
| TABLA 28. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL MINIRAVEN RQ-11 B. ....                   | 61 |
| TABLA 29. CARACTERÍSTICAS DE LAS PIEZAS DE ARTILLERÍA DE UNA BOP.....               | 62 |
| TABLA 30. CARACTERÍSTICAS RPAS SEARCHER MK III.....                                 | 63 |

# 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las Fuerzas Armadas (FAS) se encuentran presentes en 18 misiones en el exterior, bajo el mandato de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) o de la Organización de las Naciones Unidas. En el desarrollo de su trabajo, deben acogerse a distintas Reglas de Enfrentamiento (ROE, de sus siglas en inglés), que cuentan con diferentes limitaciones y restricciones en el empleo de sus capacidades militares para la consecución de objetivos.

El análisis de los conflictos en curso confirma la preponderancia “híbrida” en Estados fallidos o zonas fuera de control, la necesidad de asumir que ésta va a ser la tipología de las amenazas actuales y la necesidad de adaptarse para hacerlas frente y alcanzar los objetivos planteados. Incluso, se señala que el concepto híbrido representa la inevitabilidad del progreso en el pensamiento militar, en la organización y en la sincronización [1].

Además, la enorme complejidad del entorno operativo en el que se desarrollan las operaciones militares ha obligado a que las fuerzas desarrollen, dentro de una misma operación, múltiples actividades que abarcan desde el combate convencional hasta las acciones de ayuda humanitaria [2].

La evolución del teatro de operaciones hacia una guerra híbrida [1] provocará que, cuando una determinada Fuerza Operativa Terrestre pretenda acometer una acción militar sobre un blanco, se encuentre con múltiples actores que pueden verse afectados por la capacidad militar empleada.

El conflicto híbrido se desarrollará principalmente en un entorno urbano, con abundante población civil, que se mezclará y confundirá con objetivos de tipo militar. Este hecho provoca la necesidad de realizar un análisis más detallado antes de emprender cualquier acción militar y volverá más compleja la actuación sobre los posibles blancos y la posterior evaluación de los efectos causados [3].

La presencia de objetos colaterales<sup>1</sup> (CO) tales como civiles y no combatientes, instalaciones de doble uso<sup>2</sup>, objetivos restringidos y escudos humanos<sup>3</sup>, hacen muy difícil la consecución de los objetivos marcados por el comandante de una Fuerza Operativa.

En este contexto, adquiere gran importancia el proceso de Targeting Conjunto (JT). Dicho proceso determina los blancos y las acciones a ejecutar para conseguir el objetivo del Jefe a nivel operacional, letal o no letal, su sincronización entre sí y con el resto de la operación. Se denomina conjunto porque en él intervienen todos los niveles de mando, en mayor o menor medida. El nivel estratégico dirige, marca directrices e impone limitaciones, el nivel operacional es el responsable de la sincronización de las operaciones y el nivel táctico es el que en muchas ocasiones ejecuta y valora las acciones realizadas (cabe indicar que las Brigadas Operativas Polivalentes, BOP, forman parte del nivel táctico).

Como se verá más adelante, la herramienta de Estimación de Daños Colaterales (CDE) es un pilar fundamental para el desarrollo del blanco y está directamente relacionada con la evaluación del posible daño ocasionado en relación con la ventaja militar global a alcanzar a través de una acción sobre un blanco. Actualmente solo utilizada a nivel operacional, es esencial para que la Autoridad de Empeño<sup>4</sup> (TEA) apruebe la acción sobre ese blanco.

El objetivo de este trabajo es contribuir a la implantación de la Gestión del Control de Daños Colaterales (GCDC) en una BOP mediante un estudio de las necesidades que dicha implantación requiere. Debe entenderse que la GCDC requiere procesos de localización, reconocimiento y adquisición de posibles blancos, el análisis de medios a emplear, la estimación de daños ocasionados en el ataque y, por último, la evaluación de los efectos causados en dicha intervención.

---

<sup>1</sup> Instalaciones (edificios, estructuras), vehículos y material civil o no combatiente que no proporciona apoyo a las actividades y/o funciones de la capacidad militar adversaria.

<sup>2</sup> Blancos válidos, caracterizados por apoyar a un propósito o función civil o militar, indistintamente. Pueden ser instalaciones NSE ocupadas por personal combatiente. Los comandantes de operaciones son los responsables de determinar su función predominante, basándose en los informes de inteligencia, y decidir si el objetivo ha perdido el estatus de protegido que le otorga el Derecho de la Guerra y ha pasado a ser un objetivo militar.

<sup>3</sup> Personal civil/no combatiente emplazado alrededor de un blanco para dificultar un ataque sobre el mismo. Pueden ser de carácter voluntario, forzado, no consciente o desconocido.

<sup>4</sup> TEA: autoridad investida a un nivel de Mando, para autorizar la realización de acciones sobre blancos para un nivel de CDE determinado.

Cabe indicar a este respecto que en la actualidad, se está trabajando sobre publicaciones doctrinales para implantar el proceso Targeting en el Ejército de Tierra (ET). Así se puede apreciar en las Directivas del Jefe del Estado Mayor de la Defensa (JEMAD) y del Jefe del Estado Mayor del Ejército de Tierra<sup>5</sup>, en las que se muestra la necesidad de abordarlo de forma más completa con el fin de conseguir la sincronización necesaria entre los niveles de conducción operacional y táctico terrestre. Además, las mencionadas Directivas plantean la necesidad de establecer estructuras, herramientas y procedimientos que guíen su desarrollo [4].

## **1.1 OBJETIVOS**

Como consecuencia de la necesidad de adaptación de nuestras FAS a los nuevos conflictos armados y a los nuevos procesos (Targeting) de conducción de operaciones, este proyecto tiene como principales objetivos:

- La propuesta de una metodología para la GCDC a nivel táctico acorde a los medios y capacidades de una BOP.
- La propuesta de una herramienta que permita estimar los daños colaterales (CD) de una acción militar.
- Propuesta de una estructura operativa a nivel táctico capaz de localizar, reconocer y adquirir posibles blancos, ejecutar las acciones militares oportunas y analizar y evaluar posibles efectos provocados.
- La estimación de medios necesarios para llevar a cabo todas las acciones que la GCDC requiere a nivel Brigada.

Así, el Jefe de una determinada BOP contará con cierta independencia y competencia en su área de responsabilidad para realizar acciones sobre blancos que entorpezcan su maniobra, asegurándose actuar bajo el cumplimiento de las leyes que rigen el conflicto en el que se encuentre y alcanzando una mayor economía de medios en el momento del ataque sin aminorar los efectos deseados.

## **1.2 ALCANCE**

El estudio realizado en el presente Trabajo Fin de Grado (TFG) para establecer las necesidades de una BOP para implementar la GCDC se llevará a cabo en la BOP “Guzmán el Bueno X”, y será extrapolable al resto de BOP por la similitud en cuanto a medios.

Además, debido a la novedad en cuanto al proceso de GCDC en nuestras FAS, el presente TFG se propone proporcionar una línea de trabajo a seguir estudiando las necesidades que presenta una BOP para su implantación. De esta forma, se podría dotar a la BOP de herramientas que facilitaran la toma de decisiones de su Jefe y paralelamente se estarían estableciendo procedimientos y proporcionando medios que una BOP necesitará para su futura integración en el proceso Targeting.

## **1.3 METODOLOGÍA**

Para la realización del presente TFG, en primer lugar se ha llevado a cabo una exhaustiva búsqueda de doctrina e información, tanto en el ámbito nacional como internacional, acerca del proceso Targeting. En multitud de ocasiones, el acceso a información específica ha sido difícil debido a su carácter confidencial. Se ha considerado central a este TFG una correcta asimilación del concepto Targeting, debido a que es en este proceso donde se integra la GCDC, una disciplina multidisciplinar en fase de desarrollo en el actual ET.

Seguidamente, se ha realizado un estudio acerca de las necesidades que ocasiona la implantación de la GCDC a nivel Brigada. Para ello se han analizado tanto los medios necesarios (sistemas de armas, municiones y medios de información, localización, reconocimiento, vigilancia, evaluación de

---

<sup>5</sup> Directivas: JEMAD 12/14 “Implantación de la capacidad de Targeting Conjunto en las Fuerzas Armadas” (JUN14) y 20/14 “Organización del Targeting Conjunto en las Fuerzas Armadas”.

daños y adquisición de objetivos<sup>6</sup>), como la metodología de gestión de daños que sería necesario implementar y la estructura operativa que con esta capacidad debería poseer.

En cuanto al estudio de los medios necesarios para llevar a cabo la GCDC a nivel Brigada, se han analizado:

- Los diferentes sistemas de armas y la munición empleada por el Grupo de Artillería, columna vertebral de los apoyos de fuego.
- Los distintos medios que pueden ser empleados en procesos ISTAR. En una primera fase, este análisis se ha centrado en el Grupo de Artillería, en la compañía de Inteligencia y en las unidades que integran la BOP “Guzmán el Bueno X”. Posteriormente, el análisis de medios ISTAR se ha extendido a medios disponibles en el Grupo de Artillería de Información y localización (GAIL), cuya finalidad es apoyar a unidades de entidad Brigada o superior en materia de inteligencia, vigilancia, reconocimiento y adquisición de objetivos. Los análisis llevados a cabo en esta materia combinan análisis DAFO para estudiar la conveniencia de los RPAS disponibles en la BOP, con un análisis multicriterio de decisión sobre la conveniencia de integrar otros sistemas, dados los requerimientos de precisión que la GCDC impone.

En cuanto a la metodología de la gestión de daños, se ha estudiado la metodología existente sobre la estimación del control de daños en el proceso Targeting en el ejército americano [5], [6] y en la OTAN, y se ha propuesto una adaptación de este procedimiento a las necesidades que requiere la GCDC a nivel Brigada, adecuándolo a los medios de que dispone.

Por último, en cuanto a la estructura operativa necesaria para llevar a cabo la GCDC a nivel Brigada, tras las periódicas entrevistas realizadas a mi tutor militar, persona experta en materia Targeting, y el análisis de la información facilitada por el mismo, se ha creado una estructura operativa teniendo en cuenta las recomendaciones contempladas en las Directivas y la doctrina existente acerca del proceso Targeting y las necesidades que requiere la GCDC a nivel Brigada.

---

<sup>6</sup> Medios ISTAR: medios utilizados en procesos de información, localización, reconocimiento, vigilancia, evaluación de daños y adquisición de objetivos.



## 2. ESTADO DEL ARTE

Actualmente, ni el proceso Targeting ni, por ende, la GCDC, se llevan a cabo en las unidades del ET. La referencia para nuestras FAS respecto a este proceso es la doctrina referente a Targeting procedente de la OTAN y del ejército de los EEUU. De este modo, se pueden encontrar diferentes publicaciones doctrinales al respecto.

Primeramente, en cuanto a doctrina OTAN, destacó la publicación AJP-3.9 “Allied Tactical Doctrine for Land Tactical Targeting” de 2016, considerada piedra angular del proceso JT OTAN. En ella se aborda el planeamiento, ejecución y valoración del JT, se da un enfoque global de todas las capacidades militares necesarias y se reflejan las tareas, responsabilidades, procesos y productos de los diferentes niveles operacionales. Además, esta publicación constituyó una guía para Jefes, Cuarteles Generales y personal civil perteneciente a las coaliciones de la OTAN.

Posteriormente, se publicó el ATP-3.9.2 Edition B Final Draft “Allied Tactical Doctrine for Land Targeting” de 2017. Éste sustituyó a la publicación AJP-3.9 de 2016, anteriormente descrita, y define al Targeting Terrestre como un proceso único, con los mismos principios que el proceso JT. También sincroniza el proceso Targeting Terrestre con el Conjunto y lo relaciona con el proceso de toma de decisión, aborda las tareas y cometidos de los escalones tácticos, los productos del Targeting y las responsabilidades del personal. Este documento representa nuevamente una guía para Jefes, Cuarteles Generales y sus estructuras operativas terrestres.

Con respecto a la doctrina americana, en 2014 se publicó el manual FM 3-09 “Field Artillery Operations and Fire Support”, publicación muy importante que serviría de apoyo para la publicación de multitud de textos, como es el caso del ATP 3-60 (FM 3-60) “Targeting” de 2015. Ésta última publicación doctrinal proporciona técnicas Targeting para todos los teatros<sup>7</sup>, asegura que se opere según el Derecho Internacional de los Conflictos Armados y las ROE y proporciona un desarrollo completo del proceso Targeting en los diferentes escalones<sup>8</sup>. Define el Targeting Dinámico y en Contrainsurgencia y resalta la importancia del conocimiento sobre la Función Fuegos y de la toma de decisiones éticas.

Basada en las publicaciones de carácter internacional anteriormente mencionadas, nuestras FAS han redactado diferentes Directivas y publicaciones doctrinales.

En cuanto a Directivas, primeramente se puede resaltar la Directiva 12/14 “Implantación de la capacidad de Targeting Conjunto en las FAS” de 2014, en la que el JEMAD define y da directrices para la implantación de la capacidad Targeting en las FAS, identifica la necesidad de actuar sobre los medios organizativos, el personal, la formación, la doctrina y los sistemas de información y da importancia a la conectividad entre los distintos niveles operativos además de establecer sus cometidos y estructuras. Posteriormente, también se puede resaltar la Directiva 20/14 “Organización de Targeting Conjunto en las FAS” de 2014. En esta publicación, el JEMAD define la organización para garantizar capacidad permanente Targeting en el planeamiento y en la conducción de operaciones e indica la necesidad de identificar una estructura operativa para la implantación del proceso Targeting. Además, define los perfiles de trabajo necesarios dentro de la estructura Targeting y las habilidades específicas para un perfil determinado. Por último, se encuentra la Directiva 01/16 “Implantación y organización del Targeting en el ET” de 2016. Dicha Directiva tiene por objeto definir y organizar la estructura Targeting en todos los niveles e identificar las acciones y cometidos para su implantación.

En cuanto a doctrina nacional, destacan las publicaciones PDC 3-9 “Doctrina conjunta de Targeting” de 2014, por parte del Mando y Adiestramiento, y Doctrina, y CODE 02/16 “Targeting terrestre” de 2016, por parte del Estado Mayor de la Defensa. En esta última publicación se introducen los conceptos clave para el desarrollo del proceso Targeting, tales como la célula de Targeting, la célula de apoyo al Targeting, la junta de Targeting y junta de trabajo de Targeting, todas ellas estructuras esenciales para llevar a cabo el proceso de Targeting. Además, se introduce la necesidad de una herramienta para la CDE, del análisis de daños, el Targeting y operaciones

---

<sup>7</sup> Teatro de Operaciones: Espacio físico necesario para desarrollar las operaciones militares y el apoyo a estas durante amplios periodos de tiempo, para la consecución de los objetivos estratégicos.

<sup>8</sup> Escalón: Cada una de las fracciones en que se dividen jerárquicamente, y se organizan, las fuerzas militares y su cadena de mando.

especiales, los cometidos de los escalones tácticos, la Inteligencia y desarrollo de blancos y el Targeting Terrestre y su integración en el Conjunto.

Asimismo, en 2015 y 2017 se realizaron cursos piloto sobre Targeting en la Escuela de Técnicas Aeronáuticas y en la Academia de Artillería respectivamente.

Como se puede apreciar, nuestras FAS solo han realizado publicaciones doctrinales alineadas con la doctrina aliada con el motivo de marcar las directrices y definir los conceptos necesarios para implantar el proceso Targeting y, dentro de éste, la GCDC.

### 3. GESTIÓN DEL CONTROL DE DAÑOS COLATERALES EN UNA BRIGADA

Como se ha mencionado anteriormente, la GCDC en una operación militar es parte del proceso Targeting Conjunto<sup>9</sup>, un proceso complejo en el que participan todos los niveles de mando. El JT es una función conjunta, cuya finalidad es facilitar la consecución de los objetivos del Comandante de la Fuerza Conjunta en la que se determinan los blancos, las acciones a ejecutar sobre ellos y su sincronización entre sí y con el resto de la operación.

El JT se realiza mediante un proceso cíclico (véase Ilustración 1), por el que se seleccionan los blancos, se priorizan y se deciden las acciones a realizar sobre ellos, se ejecutan las acciones y, por último, se valora el resultado y efectos de las mismas (los medios ISTAR son fundamentales para llevar a cabo muchas de estas acciones). Está directamente relacionado con la consecución de los objetivos operacionales, el proceso de planeamiento y la conducción de las operaciones.

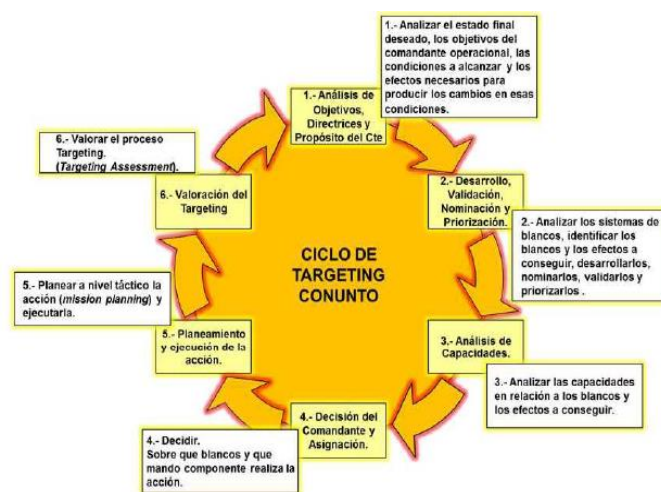


Ilustración 1. Ciclo de Targeting Conjunto [7].

Además, el JT se fundamenta en los principios detallados en la Tabla 1.

|   |   |
|---|---|
| Objetivo  | Debe estar orientado a la consecución de los objetivos operacionales, en consonancia con el propósito del mando.                |
| Basado en efectos   | Debe ajustarse a los efectos definidos durante el proceso de planeamiento.  |
| Unidad de esfuerzo  | Eminentemente multidisciplinar, requiere la aportación tanto vertical como transversal de los diferentes niveles de conducción. |
| Oportunidad   | Cada acción sobre un blanco debe hacerse en el momento adecuado.  |
| Planeamiento y control centralizados, ejecución descentralizada | Debe estar dirigido desde el nivel operacional y ejecutado por el nivel más bajo que permita el control de las acciones.        |
| Necesidad crítica de información                                | Basa su éxito en el adecuado conocimiento de los blancos sobre los que se va a actuar.  |
| Intercambio seguro de información                               | Debe compartir la información con todos los elementos implicados en el proceso.   |

Tabla 1. Principios fundamentales del Targeting. Fuente: elaboración propia.

<sup>9</sup> Acción Conjunta: principio básico de actuación de las FAS que se concreta en el empleo coordinado e integrado de capacidades militares que, aunque siendo específicas, operan bajo una única estructura de mando, con unos procedimientos y unos criterios de apoyo mutuo comunes para alcanzar la máxima eficacia operativa en el cumplimiento de las misiones que les sean encomendadas.

Al pretender implementar la GCDC en la Brigada, desligada del proceso Targeting, se le está dotando a una Pequeña Unidad con la capacidad de gestionar sus propios blancos, los que afectan a su maniobra, estimando los daños que pueda ocasionar con sus acciones y evaluando los efectos logrados. Esta capacidad asegura a la Brigada estar cumpliendo con el Derecho Internacional, en un entorno donde prima la velocidad en la toma de decisiones (combate próximo) sin la necesidad de realizar un estudio tan amplio y profundo del entorno operativo como el que se realiza en el proceso Targeting.

Por tanto, aunque la GCDC en una Brigada no necesite de tantos elementos como el proceso Targeting, si se estima oportuno que cuente con medios de localización/adquisición de blancos, una metodología para la CDE y medios para una posterior evaluación sobre las acciones llevadas a cabo.

### 3.1 IMPORTANCIA DE LA MEDICIÓN DE LOS DAÑOS COLATERALES

En los conflictos actuales cobran creciente importancia la proporcionalidad de la respuesta y la adecuada aplicación de la fuerza sobre el objetivo [8], por ello resulta imprescindible determinar el CD<sup>10</sup> ocasionado tanto a no combatientes como a instalaciones de uso no militar. La responsabilidad de este daño recae sobre el Comandante de la Fuerza Conjunta y es su deber el mitigarlo.

En el proceso JT, su cálculo comienza en la fase 2 del ciclo, con la herramienta CDE (proceso de cálculo aproximado, que nos determina el potencial daño o efecto colateral antes de actuar sobre un blanco) bajo una determinada metodología del control de daños colaterales<sup>11</sup> (CDM). Según la doctrina actual del ET, el responsable de definir la CDM es el JEMAD, siendo el comandante del Mando Componente Terrestre es el responsable de aplicarla [2].

Las tres principales causas de CD son [5]: fallo en la Identificación Positiva<sup>12</sup> (PID), empleo de municiones en mal estado o errores de lanzamiento y decisión deliberada en las ocasiones en que se estima que la ventaja militar directa y concreta que produce un ataque sobre un blanco compensa el CD.

Las técnicas de mitigación con las que cuenta la CDM para reducir el CD son las siguientes:

- Explosión aérea: frena el CD procedente de la onda explosiva y los escombros.
- Retardo de espoleta: reduce a la fragmentación y la onda expansiva.
- Técnicas de apantallamiento o desplazamiento del punto de impacto de proyectil: reduce la onda expansiva, la fragmentación y los escombros.
- Orientación del ataque: reduce la fragmentación.

La Tabla 2 recoge las capacidades de estas técnicas de mitigación para hacer frente a los distintos efectos del CD.

| EFECTOS COLATERALES  | TÉCNICAS DE MITIGACIÓN |                        |                 |                 |                                 |
|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
|                      | ESPOLETA DE RETARDO    | ESPOLETA DE PROXIMIDAD | APANTALLAMIENTO | GUIADO TERMINAL | DESPLAZAMIENTO PUNTO DE IMPACTO |
| FRAGMENTACIÓN        | SI                     | NO                     | SI              | SI              | SI                              |
| ONDA EXPLOSIVA       | SI                     | SI                     | SI              | NO              | SI                              |
| ESCOMBROS            | NO                     | SI                     | SI              | NO              | SI                              |
| PENETRACIÓN          | NO                     | SI                     | NO              | NO              | NO                              |
| TÉRMICO              | SI                     | NO                     | SI              | NO              | NO                              |
| ERROR DE LANZAMIENTO | NO                     | SI                     | NO              | SI              | NO                              |

Tabla 2. Técnicas de mitigación del CD [6].

<sup>10</sup> Daño colateral: daño o herida no intencionada o accidental sobre personas u objetos que no deberían ser blancos militares lícitos en las circunstancias establecidas en ese momento. Cualquier daño no es ilícito mientras no sea excesivo ante la ventaja militar esperada del ataque.

<sup>11</sup> Conjunto de procesos, técnicas y procedimientos para realizar el análisis y elaborar estimaciones del CD.

<sup>12</sup> Identificación derivada de la observación y el análisis de las características del blanco mediante cualquier técnica de reconocimiento.

Además, existen errores que intervienen en la precisión del ataque sobre un blanco y contribuyen negativamente al posible CD provocado y no deseado. Estos errores son los contemplados en el cálculo del radio de efectos colaterales (CER). Este CER jugará un papel fundamental en la CDM, como se mostrará en el Apartado 3.2 y en los ejemplos prácticos mostrados en el [ANEXO D](#).

- Error en la localización del blanco (TLE): diferencia entre las coordenadas reales del blanco y las calculadas. Vinculado a los sistemas de localización. Se utiliza el TLE90 (radio del círculo sobre el terreno, con centro en las coordenadas del blanco, que recoge el 90% de las mediciones).
- Probabilidad de error circular (CEP): se utiliza el CE90. Radio del círculo sobre el terreno en el que se prevé impactarían el 90% de las municiones. Distinto para cada tipo de munición.

Si los errores son independientes y aleatorios, mediante la fórmula general para la propagación de errores, el error total 90 (TE90) será:

$$TE90 = \sqrt{(CE90)^2 + (TLE90)^2}$$

Teniendo en cuenta este último error y el radio de efectos colaterales de la ojiva<sup>13</sup> (WCER), se podrá calcular el CER. Usado para establecer los distintos niveles de CDE, como se verá en los siguientes apartados.

$$CER = TE90 + WCER$$

En la Ilustración 2 se puede apreciar la relación entre los conceptos anteriormente introducidos.

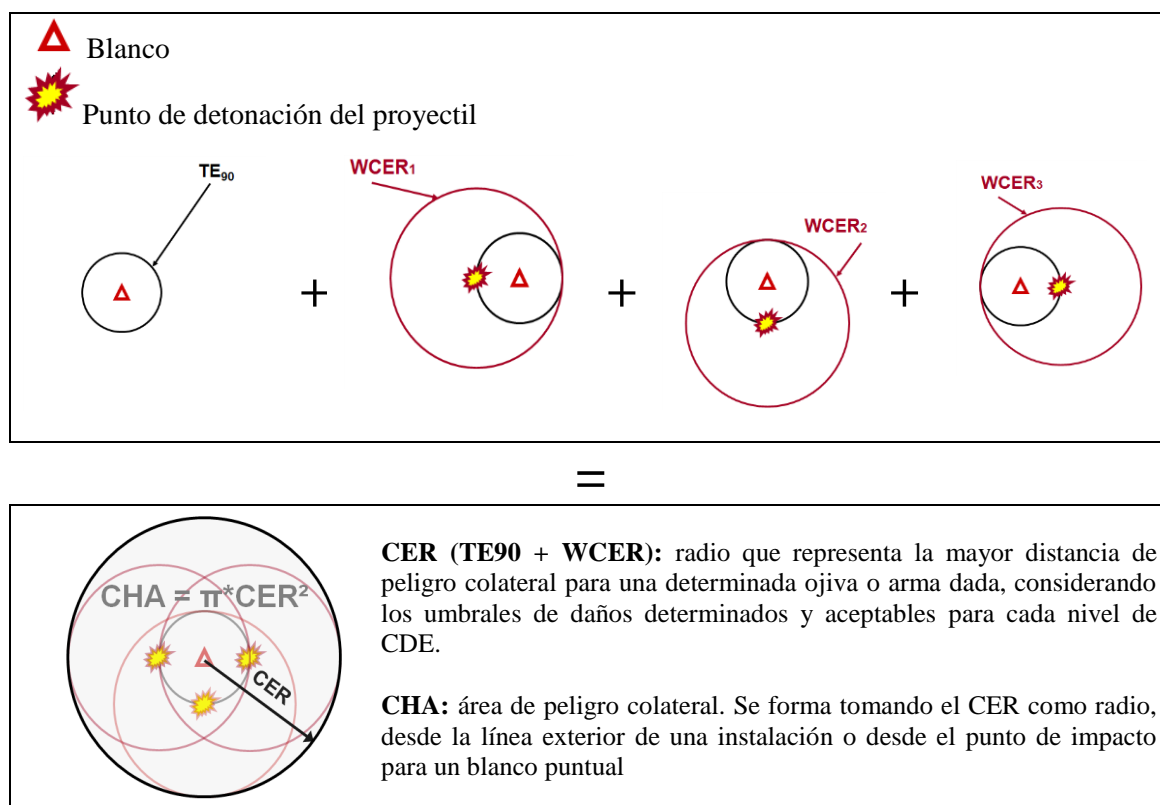


Ilustración 2. Área de peligro colateral y radio de efectos colaterales para un blanco puntual. Fuente: elaboración propia.

<sup>13</sup> WCER: distancia necesaria, desde el punto de detonación, donde la ojiva no causará CD por encima de un límite aceptable.

En el [ANEXO B](#) el autor del presente TFG realiza un cálculo de un CER para el proyectil rompedor HE M-107 sobre terreno abierto y personal sin protección. Cálculo indispensable para cada tipo de munición, sistema de armas e infraestructuras si se pretende implantar la GCDC. Actualmente no existe cálculo alguno al respecto en el ET, siendo una de las tareas indispensables en un futuro. Este estudio se ha realizado utilizando las tablas de tiro del obús ATP 155/39 (series M109A5, M109A6, Tubo M284) recogidas en el libro TTN ACA 155/4.2 y el manual técnico MT7-310 tomos I y II, siendo parte de este último material clasificado.

### **3.2 METODOLOGÍA DEL CONTROL DE DAÑOS COLATERALES (CDM)**

En primer lugar, conviene aclarar que la CDM no limita el derecho inherente de autodefensa del mando establecido en el Derecho Internacional de los Conflictos Armados cuando el uso de la fuerza en autodefensa es necesario. El mando debe tener presente que la naturaleza, duración y el alcance de la fuerza no debe exceder del necesario para responder firmemente a actos hostiles.

En situaciones distintas a las anteriores, la CDM proporciona a la TEA un método para garantizar que se han tomado las precauciones razonablemente necesarias para minimizar los efectos del uso ofensivo de la fuerza sobre personal no combatiente. La TEA puede recaer, según qué nivel de CDE, en el JEMAD, en el Comandante del Mando de Operaciones, en los Comandantes de los Mandos Componentes o en Jefes de Unidad u Observadores de Fuegos Avanzados (OAV) [2].

La metodología que se propone implantar en la Brigada para el cálculo de los posibles CD está basada en la empleada por el ejército americano, detallada en la Directiva CJCSI 3160.01 B “No-strike and the Collateral Damage Estimation Methodology”[5, 6].

La CDM posibilita una determinación de CD razonable e inherente al empleo de armas. Se basa en analizar un blanco mediante niveles de CDE, dependientes unos de otros, que se definen como:

- Nivel 1 de CDE: Análisis inicial.
- Nivel 2 de CDE: Análisis general de Municiones Guiadas de Precisión (PGM).
- Nivel 3 de CDE: Análisis de weaponeering<sup>14</sup>.
- Nivel 4 de CDE: Análisis depurado.
- Nivel 5 de CDE: Análisis de bajas.

En cada nivel de CDE, se produce una estimación alta o baja. Si la estimación es alta, se realiza el análisis del siguiente nivel de CDE. A medida que la CDM progresa a través de cada nivel de CDE, el número de restricciones de weaponeering aumenta, elevando el riesgo de las fuerzas propias y del cumplimiento de la misión (véase Ilustración 3).

Además de los niveles de CDE, la CDM asigna subgrupos respecto a las tablas de referencia del CER:

- “A” para municiones de precisión guiadas (PGM).
- “B” para municiones balísticas tierra-tierra (SSBM).

---

<sup>14</sup> Procedimiento de asignación de armas, munición, parámetros de lanzamiento y táctica de empleo.

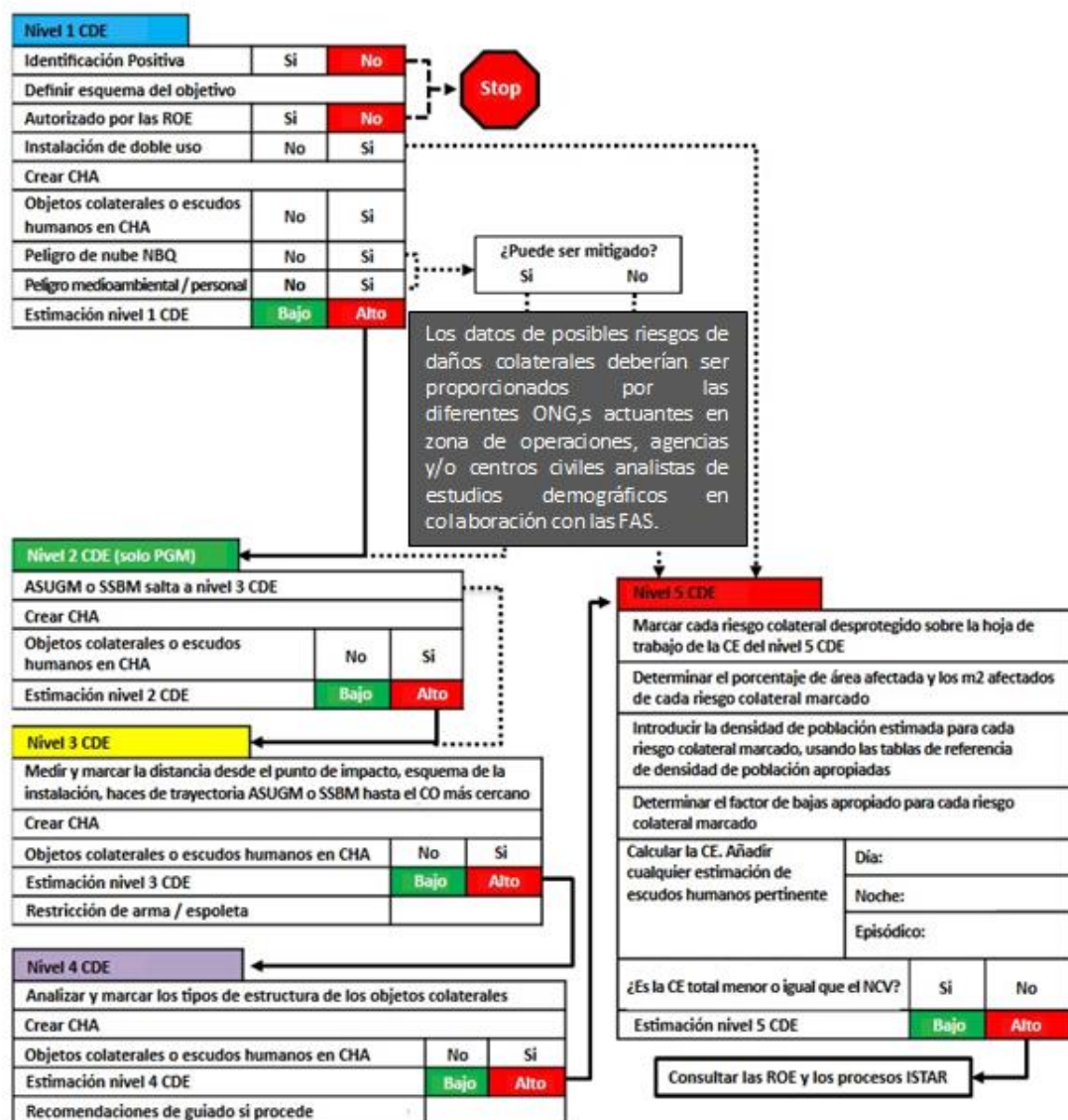


Ilustración 3. Guía rápida de CDM [5].

Igualmente, la CDM establece una TEA para autorizar la acción de fuego en cada nivel de CDE. En lo que concierne a este TFG y con carácter general será la recogida en la Tabla 3.

| NIVEL DE CDE | TEA  |
|--------------|--|
| CDE 1        | Jefe de Unidad u observadores de fuegos avanzados. |
| CDE 2        | Jefe de la Brigada.                                |
| CDE 3        | Jefe de la División.                               |
| CDE 4        | Jefe del Mando Componente.                         |
| CDE 5 BAJO   | Jefe de la Fuerza Conjunta.                        |
| CDE 5 ALTO   | JEMAD.   |

Tabla 3. Asignación de TEA en la CDM. Fuente: elaboración propia.

Hasta ahora, se sabe que a mayor nivel de CDE, mayores restricciones de weaponeering. A continuación, en la Tabla 4 se propone establecer límites de CD para pasar de un nivel de CDE a otro superior mediante un factor objetivo. Este factor será la distancia existente entre el punto de impacto del proyectil y los CO más cercanos a tal punto. Se tomarán como referencia las distancias establecidas en el curso piloto de Targeting en 2017, mencionado en el Apartado 2.



#### NIVEL 1 CDE

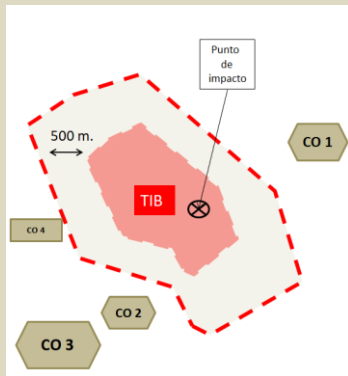


Ilustración 4. Blanco de nivel 1 de CDE. Fuente: elaboración propia.

Será un blanco de nivel 1 de CDE si tanto el área dentro del área delimitada por el contorno de la instalación objetivo (TIB) como 500 m. más desde dicho contorno están despejados de CO. Véase Ilustración 4.

#### NIVEL 2 CDE

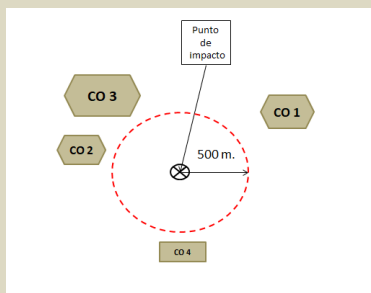


Ilustración 5. Blanco de nivel 2 de CDE. Fuente: elaboración propia

Será un blanco de nivel 2 de CDE si no hay presencia de CO a 500 m. del punto de impacto y no cumple el requisito del nivel 1. Véase Ilustración 5.

#### NIVEL 3 CDE

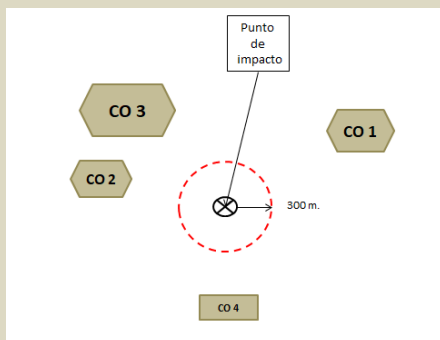


Ilustración 6. Blanco de nivel 3 de CDE. Fuente: elaboración propia.

Será un blanco de nivel 3 de CDE si la distancia del punto de impacto al CO más cercano no es menor de 300 m y no cumple los requisitos de los niveles inferiores. Véase Ilustración 6.

#### NIVEL 4 CDE

Será un blanco de nivel 4 de CDE si existe un CO más cercano a la distancia del nivel 3 y utilizándose las medidas de mitigación y la elección de arma oportunas, se cumple el límite de peligro de daños colaterales mencionado en el anterior nivel.

Tabla 4. Límites de niveles de CDE. Fuente: elaboración propia.



### 3.3 ASIGNACIÓN DE NIVELES DE CDE

Conocidos los efectos que se quieren causar sobre un determinado blanco, se analiza los pasos a seguir para calificar el blanco según su nivel de CDE.

#### 3.3.1 NIVEL 1 DE CDE

La evaluación inicial de este nivel de CDE se realiza siguiendo los pasos detallados en la Tabla 5.

| PASO | DESCRIPCIÓN   |
|------|---|
| 1    | PID: el analista de CDE confirma que se ha llevado a cabo.  |
| 2    | Esquema del blanco definido: se dibuja un esquema de los blancos/instalaciones/elementos o del área del blanco (no necesario para blancos puntuales). |
| 3    | Autorizado por las ROE: se confirma que el ataque es sobre un objetivo militar válido y cumple con el Derecho de la Guerra.                           |
| 4    | Blanco de doble uso: todos los blancos de doble uso requieren un nivel 5 de CDE.  |
| 5    | Creación del CHA: se construye un CHA basado en el CER.   |
| 6    | CO en el CHA: se estudia la presencia de personas o escudos humanos. De existir, conduce a un análisis del nivel 2 o 3 de CDE.                        |
| 7    | Peligro de nube NBQ: se estudia la probabilidad de que exista peligro de nube NBQ.  |
| 8    | Peligro para la salud de las personas o el medioambiente.   |

*Tabla 5. Pasos nivel 1 de CDE. Fuente: elaboración propia.*

Para el nivel 1 de CDE, tanto el área dentro del TIB como el entorno definido como CHA, deben estar libres de CO. Además, no debe haber riesgos ambientales significativos ni de NBQ dentro del CHA.

Si el blanco cumple con los criterios anteriormente mencionados, la calificación del nivel 1 de CDE será baja. La TEA designada para el nivel 1 de CDE puede autorizar la intervención.

Si el objetivo no cumple con alguno de los criterios de riesgo de CDE u objetos se identifican dentro del TIB, del CHA o hasta 500 del TIB, se califica como nivel 1 de CDE alto. Debe ser examinado más a fondo en el nivel 2 de CDE o en el nivel 5 CDE si hay riesgos ambientales o NBQ significativos.

#### 3.3.2 NIVEL 2 DE CDE

El nivel 2 de CDE es un proceso analítico exclusivo para PGM, actualmente no disponibles en las unidades del ET.

Este proceso comienza con las opciones de análisis de weaponeering, para mitigar el posible CD, permitiendo gran flexibilidad táctica. Adopta un enfoque de riesgo bajo de CDE con las mínimas restricciones tácticas de empleo y weaponeering.

En el caso de PGM, la evaluación se realiza para valorar la intervención sobre objetivos puntuales<sup>15</sup>. En este nivel, el área dentro de CHA, y hasta 500 m del punto de impacto, debe estar libre de CO.

Si se cumple, el blanco se califica como blanco de nivel 2 de CDE bajo. La TEA designada para un nivel 2 de CDE puede autorizar la intervención. Si no se cumple, el blanco es calificado como nivel 2 de CDE alto y debe ser examinado más a fondo en el nivel 3 de CDE.

Como se puede observar, no hay análisis de nivel 2 de CDE para SSBM, por lo que en las unidades del ET se pasaría directamente al nivel 3 de CDE.

---

<sup>15</sup> Objetivos de menor área: edificios, puestos de mando, centro de comunicaciones, etc.

### 3.3.3 NIVEL 3 DE CDE

Este nivel comienza con el análisis depurado de weaponeering, para conseguir el efecto deseado sobre el blanco mitigando el CD. Por lo tanto, hace necesario tener 2 tablas de CER, una para cada subgrupo, 3A y 3B, PGM y SSBM respectivamente. Además, se deben tener presente las técnicas de mitigación necesarias, según proceda. Véase Tabla 6.

| Situación balística terminal | Situación personal no combatiente   |   |
|------------------------------|---|---|
|                              | Fuera   | Dentro  |
| Terreno abierto              | <u>Peligro dominante: fragmentación.</u><br><u>CER aplicado: 3A(U<sup>16</sup>), 3B(U).</u> | <u>Peligro dominante: fragmentación contra estructuras.</u><br><u>CER aplicado: 3A(M<sup>17</sup>), 4B.</u> |
| Terreno edificado            | <u>Peligro dominante: escombros</u><br><u>CER aplicado: 3A(M), 3B(M).</u>                   | <u>Peligro dominante: explosión</u><br><u>CER aplicado: 4A, 4B.</u>   |

Tabla 6. Condición balística terminal contra ubicación de personal no-combatiente [6].

Si algún CO se encuentra parte dentro y parte fuera del CHA del nivel 3 de CDE, la petición será de CDE 5 y el análisis de bajas será necesario. Sin embargo, en situaciones donde se pueda aplicar el CER del nivel 4 de CDE, se debe completar el análisis de este nivel para apoyar en la mitigación del arma utilizada.

Si el objetivo cumple con los criterios mencionados anteriormente, el blanco se califica como blanco de nivel 3 de CDE bajo y la TEA designada para este nivel puede autorizar el ataque. Si no cumple, el objetivo se califica como nivel 3 de CDE alto y debe ser examinado más a fondo en el nivel 4 de CDE. Para este último caso, se debe considerar seriamente el atacar al blanco con PGM únicamente.

### 3.3.4 NIVEL 4 DE CDE

El nivel 4 de CDE completa el proceso de definición de soluciones de weaponeering que crean el efecto deseado en el blanco y mitigan el potencial CD. Estas técnicas de mitigación incluyen detonación de tiempo variable, apantallamiento, guiado terminal y desplazamiento del punto de impacto.

Está basado en la suposición de que el personal no combatiente estará ubicado en estructuras colaterales y no en terreno abierto, beneficiándose en cierta medida de protección contra la fragmentación. Dicha suposición no niega la responsabilidad de dar cuenta de los no combatientes al aire libre, cuya presencia puede predecirse sobre la base de la inteligencia disponible.

En este nivel, también sería necesaria la creación de tablas de CER para SSBM y PGM. Aunque el uso de municiones no guiadas es altamente desaconsejado en este nivel. El peligro dominante será la onda expansiva de la munición utilizada contra las estructuras de las instalaciones.

Las tablas de CER deberán contemplar datos combinados de la munición utilizada frente al tipo de estructura colateral. Asimismo, requiere el uso de espoletas de retardo o la certeza del 100% de mitigación de los efectos de fragmentación sobre personal no combatiente desprotegido.

Si el blanco cumple con los criterios requeridos se calificará como blanco de nivel 4 de CDE bajo. La TEA de este nivel puede autorizar el ataque. Si no cumple, será calificado como blanco de nivel 4 de CDE alto y deberá ser examinado más a fondo en el nivel 5 de CDE.

### 3.3.5 NIVEL 5 DE CDE

La petición de nivel 5 de CDE, con la correspondiente estimación de bajas (véase [ANEXO C](#) para conocer en detalle los pasos a seguir en dicha estimación) es necesaria cuando no se ha sido

<sup>16</sup> U: no mitigado.

<sup>17</sup> M: mitigado.

capaz de generar un nivel de CDE bajo en los cuatro niveles anteriores y aparecen daños colaterales inevitables.

Además, se requiere también un nivel 5 de CDE cuando el análisis determina (Véase Tabla 7).

| FACTORES QUE IMPLICAN NIVEL 5 DE CDE   |
|--|
| Presencia de escudos humanos en el blanco.   |
| Blancos de doble uso.  |
| Peligro de nube NBQ en el blanco.  |
| Peligro medioambiental en el blanco (o riesgos colaterales que no se pueden mitigar).                                      |
| Presencia de un CO dentro y fuera del CHA del nivel 3 de CDE.  |
| Instalaciones que por su naturaleza requieren el análisis en este nivel (cementeros, líneas eléctricas o fronteras, etc.). |

Tabla 7. Factores que requieren nivel 5 de CDE. Fuente: elaboración propia.

El nivel 5 de CDE se determina alto o bajo cuando comparamos las estimaciones de bajas con el valor límite de bajas civiles o no combatientes<sup>18</sup> (NCV). Es el único nivel en la CDM en el cual la CDE alta puede ser efectuada. Los blancos con CDE 5 alta son blancos sensibles y requieren la aprobación de la máxima TEA.

A continuación, la Tabla 8 muestra un resumen de reglas matemáticas usadas en el cálculo de CDE.

| Nivel de CDE | Reglas matemáticas                                    |      |                                  |      |
|--------------|---|------|----------------------------------|------|
| CDE 1        | $CER \leq NCO^{19}$<br>$TIB-CO \geq 500 \text{ m}$    | BAJO | $CER > NCO$                      | ALTO |
| CDE 2        | $CER \leq NCO$<br>$D (IP^{20}-CO) \geq 500 \text{ m}$ | BAJO | $CER > NCO$                      | ALTO |
| CDE 3        | $CER \leq NCO$<br>$D (IP-CO) \geq 350 \text{ m}$      | BAJO | $CER > NCO = \text{ALTO}$        |      |
| CDE 4        | $CER \leq NCO = \text{BAJO}$                          |      | $CER > NCO = \text{ALTO}$        |      |
| CDE 5        | $\frac{1}{2} CER \leq NCC^{21} = CF 0.25$             |      | $\frac{1}{2} CER > NCC = CF 1.0$ |      |
|              | $CE \leq NCV = \text{BAJO}$                           |      | $CE > NCV = \text{ALTO}$         |      |

Tabla 8. Tabla referencia de reglas matemáticas para el cálculo de CDE. Fuente: elaboración propia.

Seguidamente, la Tabla 9 muestra una guía para la petición desde un CDE 1 a un CDE 4, alto o bajo.

| Sustraer el número del CER a la distancia de NCO para obtener un valor negativo o positivo y usa la técnica siguiente para establecer un análisis de nivel alto o bajo. |   |     |     |  |
|---|---|-----|-----|--|
| NCO   | - | CER | =   | Análisis   |
| 110   | - | 100 | +10 | Un número positivo es bueno, asigna una evaluación baja. |
| 100   | - | 100 | 0   | El cero es bueno, asigna una evaluación baja.            |
| 90  | - | 100 | -10 | Un número negativo es malo, asigna una evaluación alta.  |

Tabla 9. Obtención de una evaluación alta o baja de CDE [6].

A continuación, se muestra la Tabla 10 para el cálculo de la estimación de bajas.

<sup>18</sup> NCV: este número no se calcula, se debe proporcionar por parte de los niveles de mando más elevados.

<sup>19</sup> NCO: objeto colateral más cercano.

<sup>20</sup> IP: punto de impacto

<sup>21</sup> NCC: objeto colateral dentro del CHA.



## 4. MEDIOS ISTAR DE APOYO A LA CDE

Aunque las operaciones militares que se realicen, con independencia del tipo de conflicto, sean de carácter conjunto en su mayoría y se pueda disponer de mucha información de alta calidad gracias al proceso Targeting y sus medios ISTAR [8], la Brigada necesita medios ISTAR para el desempeño de sus funciones, máxime, si se le pretende dotar con capacidad para gestionar su control de daños.

### 4.1 MEDIOS EXISTENTES EN UNA BRIGADA ORGÁNICA POLIVALENTE (BOP)

Los medios con los que cuenta una BOP para adquirir, localizar y evaluar un blanco son los medios pertenecientes al Grupo de Artillería de Campaña (GACA), concretamente en los equipos OAV, los medios pertenecientes a la compañía de Inteligencia y los medios que puedan tener las unidades de maniobra que apoyen a estos cometidos. Véase Tabla 11 (más información sobre estos medios en el [ANEXO F](#)).

| MEDIOS ISTAR EN LA BOP                |                       |  |
|---------------------------------------|-----------------------|--|
| MEDIO                                 | UNIDAD                | DESCRIPCIÓN  |
| Telémetro láser LP-7                  | GACA                  | Binocular de 7x50 que da mediciones de distancias a objetivos situados entre 150 y 9.995 m, con una precisión de 5m. La distancia máxima de medida puede verse afectada por las condiciones atmosféricas del campo de batalla [10].  |
| Vector 21 Nite                        | GACA                  | Equipo optrónico multifuncional fácil de usar que reúne las características de cinco instrumentos separados. Dispone de: prismáticos (con un aumento de 7x), brújula digital, Distanciómetro (mide distancias entre 5m y 12.000 m), Inclínómetro (mide ángulos verticales en el intervalo de -45° a 45°) y visión nocturna [11].   |
| Cámara térmica SOPHIE MF              | GACA                  | Diseñada para detectar blancos, reconocerlos e identificarlos mediante la visualización de una imagen térmica visible tanto de día como de noche, bajo condiciones climáticas difíciles. Con capacidad para capturar imágenes y enviarlas. Dispone de: Telemetría láser (entre 50 y 20.000 m con una precisión de $\pm 5$ m), localización GPS y brújula [12].   |
| RAVEN RQ 11B<br>(véase Ilustración 7) | CÍA INTELIGENCIA      | Vehículo aéreo no tripulado (UAV) táctico diseñado para un despliegue rápido y con gran movilidad. Puede realizar misiones a baja cota de reconocimiento, vigilancia, adquisición de objetivos, evaluación de daños, protección de la fuerza y seguridad de convoyes siendo especialmente recomendable su uso en escenarios urbanos. Además, contribuyen mediante obtención de información en tiempo real a tener un mejor conocimiento del entorno, reduciendo vulnerabilidades de tropas propias y facilitando el planeamiento y la conducción de las operaciones militares de las pequeñas unidades [13], [14]. |
| Cámara térmica ELOP CORAL CR          | CÍA INTELIGENCIA      | Cámara de imagen térmica avanzada con zoom óptico continuo y capacidades de adquisición de objetos muy similar a la cámara térmica SOPHIE MF. De adquisición más reciente y más ligera de peso [15].   |
| LEOPARD                               | CÍA CARROS DE COMBATE | El carro de combate LEOPARD dispone de los siguientes medios para la localización, información, reconocimiento, vigilancia o evaluación de daños [16]: láser (alcance de 200 a 9900 m con una precisión de $\pm 10$ m), cámara térmica (con un aumento de 12x) y cámara de video (con un aumento de hasta 24x).  |

Tabla 11. Medios ISTAR en una BOP. Fuente: elaboración propia.

Tras la información recabada del personal operador del mini UAV RAVEN RQ 11B, quedó constancia de las limitaciones que ofrece este sistema para abastecer las necesidades que el puesto de mando de nivel Brigada solicitaba al equipo de este sistema. Consideraciones lógicas partiendo de la base de que fue diseñado para el empleo en niveles de mando inferiores.



Ilustración 7. Sistema mini UAV RAVEN RQ-11B. Fuente: [www.avinc.com](http://www.avinc.com).

A continuación se muestra un análisis DAFO con el motivo de considerar su integración en la GCDC. Este análisis está basado en la información obtenida del equipo del mini UAV RAVEN de la compañía de Inteligencia de la BOP “Guzmán el Bueno X” y el análisis de toda la documentación recabada al respecto, véase Tabla 12 [13, 14].

| DEBILIDADES  | AMENAZAS   |
|--|--|
| <p>Escasa oportunidad de instrucción del personal operador integrado en ejercicios con otras unidades.</p> <p>Limitación en alcance para una unidad tipo Brigada.</p> <p>No integración con el Sistema de Mando y control de Apoyo de Fuego (TALOS).</p> <p>Potencia insuficiente del motor.</p>                                       | <p>Fuerte dependencia de la meteorología.</p> <p>Dependencia de la orografía.</p> <p>Grandes necesidades de ancho de banda y gestión de espectro radioeléctrico.</p> |
| FORTALEZAS   | OPORTUNIDADES  |
| <p>Desempeño en diferentes cometidos.</p> <p>Posibilidad de envío de información (imagen/video) relevante a los analistas en tiempo real.</p> <p>Posibilidad de empleo noche/día.</p> <p>Difícilmente detectable.</p> <p>Difícil de dañar una vez detectado.</p> <p>Valoración de daños en zonas de operaciones de difícil acceso.</p> | <p>Avance tecnológico.</p> <p>Mayor concienciación de la utilidad de los medios ISTAR.</p> <p>Entrada en servicio más rápida que los sistemas tripulados.</p>        |

Tabla 12. Análisis DAFO mini UAV RAVEN RQ-11B. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se interpreta el análisis DAFO:

- **Debilidades:** Tras las conversaciones mantenidas con el jefe del equipo mini UAV RAVEN de la compañía de Inteligencia de la BOP “Guzmán el Bueno X”, uno de los aspectos más destacados fue la falta de instrucción del personal integrante de dicho equipo. Son pocas las ocasiones en las que van integrados con unidades de maniobra y no siempre se cumplen las condiciones meteorológicas necesarias para el empleo del mini UAV. Además, se recalcó la no integración del equipo con el puesto de mando y el sistema de mando y control TALOS, debido a la escasa concienciación acerca del uso de este tipo de medios en la instrucción de las unidades. A lo anterior, cabe añadir la falta de alcance de este sistema para abastecer las necesidades de una brigada debido a que fue diseñado para emplearse a niveles operativos más bajos.

- Amenazas: las precipitaciones, el viento, la niebla, las nubes bajas y las temperaturas extremas disminuyen las capacidades del mini UAV. El viento puede impedir su uso, la lluvia empeora la calidad de las imágenes obtenidas y la niebla, o nubes bajas, reducen la efectividad de los sensores. La cámara IR puede utilizarse con niebla ligera pero es totalmente inoperativa con niebla espesa. Finalmente, la orografía es un factor determinante en la posición de la estación de control en tierra (GCS<sup>22</sup>) en tierra para no perder enlace.
- Fortalezas: el mini UAV es un medio aplicable a multitud de situaciones con un alto grado de eficiencia y eficacia. Puede ser empleado en procesos de reconocimiento de zona urbana o punto sensible, de vigilancia y reconocimiento de perímetros exteriores de instalaciones o zonas de difícil acceso, de valoración de daños, de identificación de objetivos, etc. Además, tiene capacidad para difundir imágenes a 7 km de distancia, tanto de día como de noche, y debido a su pequeño tamaño, poco ruido y escasa firma térmica, es difícilmente detectable cuando es empleado de forma correcta.
- Oportunidades: a pesar de que anteriormente se pone de manifiesto la falta de integración actual de este tipo de medios en la BOP “Guzmán el Bueno X” en la actualidad, este material está llamado a jugar un papel fundamental en el futuro de las operaciones militares. La apuesta del Ministerio de Defensa por el empleo de este tipo de medios es firme, como pone de manifiesto la creación del Plan Director de sistemas de aeronaves pilotadas remotamente (RPAS<sup>23</sup>) y el proyecto Rapaz por la Dirección General de Armamento y Material y las recientes adquisiciones de diferentes medios RPAS. Además, un factor clave a favor de este tipo de medios es la inversión y el gran avance tecnológico que han sufrido en los últimos años. Esto se ha traducido en una mejora en sus prestaciones: mejores sensores, más autonomía, más agilidad, más potencia, mayor alcance, etc.

## 4.2 MEDIOS QUE PODRÍAN INTEGRARSE EN UNA BOP

Los medios que se ha considerado que podrían integrarse en una BOP son los procedentes del Grupo de Artillería de Información y Localización (GAIL), debido a que la misión principal del GAIL es proporcionar, con oportunidad y precisión, a las Unidades de Campaña, los datos que necesitan para cumplir adecuadamente sus misiones de apoyo y protección en acciones terrestres. Además, otra función del GAIL es colaborar en la vigilancia y reconocimiento del campo de batalla a fin de obtener información sobre el enemigo y el terreno [8, 17], función que está íntimamente relacionada con los procesos que requiere la GCDC.

A continuación, la Tabla 13 recoge los medios que podrían incorporarse a una BOP procedentes del GAIL (en el [ANEXO H](#) se muestra más información sobre estos medios).

---

<sup>22</sup> GCS: instalación en tierra que consiste, por lo general, en un contenedor desplegable, el cual contiene los elementos que permiten controlar el RPAS. Puede quedar reducida, si el RPAS es de muy pequeño tamaño y peso, a un simple ordenador portátil.

<sup>23</sup> RPAS: Remotely-Piloted Aircraft System.



| MEDIOS   | DESCRIPCIÓN  |
|--|--|
| <b>Radar C/B<sup>24</sup><br/>ARTHUR (Artillery<br/>Hunting Radar)</b> | Sistema de adquisición basado en la detección de las trayectorias de proyectiles de artillería, morteros y cohetes balísticos, mediante la emisión de haces de ondas electromagnéticas (sistema activo, atención a los planes de control de emisiones EMCON <sup>25</sup> ) que, al ser atravesados por los proyectiles en su vuelo, permiten establecer el punto de partida de estos (origen de fuegos), y predecir el punto de caída. Sus características principales son [8]: un alcance de hasta 40 km, un sector de exploración de 1600°, calcula origen de fuego y punto de impacto y clasifica el tipo de arma a localizar (mortero, cañón o cohete).   |
| <b>Sistema HALO<br/>(Hostile Artillery<br/>Location)</b>               | Sistema de localización de artillería enemiga (sistema pasivo) cuya misión es determinar la posición de todo tipo de eventos explosivos, mediante el uso de puestos sensores, que detectan la onda acústica (de presión), generada por un disparo o explosión. Estos datos se envían al puesto de mando del sistema, desde donde se transmiten en tiempo real a las unidades encargadas de su explotación. Es altamente robusto y puede operar bajo condiciones ambientales extremas [8]. Tiene un alcance máximo de 60 km (40 km para localizar armas de calibre 155 mm, 40 km para armas de calibre 105 mm y 8 km para morteros) y una precisión $\pm 100$ m hasta 8 km, $\pm 200$ m hasta 15 km y a partir de 15 km depende del n° de puestos sensores. |
| <b>RPAS PASI<sup>26</sup> (véase<br/>Ilustración 8)</b>                | RPAS dotado con sistemas electrónicos y utilizado principalmente en los procesos ISTAR a nivel estratégico. Puede aportar valiosos datos como las coordenadas o imágenes del objetivo, facilitar la corrección del tiro y colaborar con la evaluación de las acciones de combate [8]. Tiene un alcance de 20 km, un techo de vuelo de 6.096 m y 14 horas de autonomía.   |
| <b>Estaciones<br/>Meteorológicas<br/>(Marwin 32 y RT<br/>20A)</b>      | Proporcionan datos que hacen el tiro de artillería más preciso y podrían dar información muy valiosa para el empleo óptimo de los RPAS. Disponen de radiosondas que, con la ayuda de un globo meteorológico, se elevan a lo largo de las capas de la atmósfera para obtener los datos meteorológicos. Tienen capacidad para generar boletines de ACA, de AAA, de adquisición de objetivos, de datos de cuadrícula y de lluvia radiactiva [8].  |

Tabla 13. Medios ISTAR del GAIL. Fuente: elaboración propia.

Debido a la gran importancia que están cobrando los medios RPAS en los ejércitos actualmente para realizar misiones ISTAR (directamente relacionados con el proceso de GCDC) y, motivado por la falta de capacidad del UAV RAVEN RQ 11B para ser empleado a nivel Brigada, se realiza a continuación un análisis DAFO (Tabla 14) del sistema PASI (véase Ilustración 8) para considerar su uso a dicho nivel.



Ilustración 8. PASI del ET basado en el searcher de la empresa israelí IAI. Fuente: [www.infodefensa.com](http://www.infodefensa.com).

<sup>24</sup> Radar C/B: Radar contrabatería cuyo objeto principal es detectar, localizar y en su caso identificar orígenes de fuego indirecto. Pueden además utilizarse en modo amigo para corregir el tiro propio.

<sup>25</sup> EMCON: Control selectivo de la energía electromagnética o acústica emitida con la finalidad de minimizar la detección y explotación de la información así obtenida por parte del enemigo y reducir la interferencia electromagnética para mejorar el rendimiento de los sensores amigos.

<sup>26</sup> PASI: Plataforma Autónoma Sensorizada de Inteligencia.



Para la realización del análisis DAFO se ha considerado toda la información recabada acerca de este sistema, en la que cabe destacar el documento de lecciones aprendidas sobre su utilización en operaciones en Afganistán dentro de la Fuerza Internacional de Asistencia a la Seguridad (ISAF) hasta 2014 [8], [18]. Véase Tabla 14.

| DEBILIDADES   | AMENAZAS   |
|---|--|
| Elevada carencia de personal titulado.<br>Necesidad de infraestructuras adicionales (pistas, hangares, talleres, etc.). | Limitaciones de tiempo climatológico.<br>Falta de cursos de formación de tripulación.<br>Grandes necesidades de ancho de banda y gestión de espectro radioeléctrico.   |
| FORTALEZAS  | OPORTUNIDADES  |
| Gran radio de acción y autonomía.<br>Capacidad todo tiempo (día y noche).<br>Difícilmente detectable.                   | Avance tecnológico.<br>Necesidad de evaluación en zonas de operaciones de difícil acceso.<br>Mayor concienciación de utilización de medios ISTAR.<br>Entrada en servicio más rápida que los sistemas tripulados. |

Tabla 14. Análisis DAFO del Sistema UAV-PASI. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se procederá a explicar el análisis DAFO realizado:

- **Debilidades:** la unidad PASI necesita para su funcionamiento una dotación con un elevado nivel de formación. Debe contar con operadores de vuelo en combate, operadores de carga útil y jefe de seguridad en vuelo. Además, es necesario personal de mantenimiento electrónico y mecánico con titulación específica para el sistema PASI. Todo esto conlleva la necesidad de pistas, hangares, talleres, etc. Es decir, el empleo del sistema PASI en operaciones conlleva una elevada huella logística<sup>27</sup>.
- **Amenazas:** las limitaciones de tipo climatológico también son una amenaza para este sistema. Se debe evitar su uso bajo lluvia, en zonas de fuertes rachas de viento (mayores de 14 nudos) y cuando la temperatura supere los 49°C.
- **Fortalezas:** análisis similar al realizado en el Apartado 4.1 respecto al mini UAV RAVEN, con la salvedad de que esta unidad ofrece un alcance, techo de vuelo y una autonomía mayores en su uso, como se puede apreciar en la tabla de características del sistema PASI que se muestra en el [ANEXO H](#).
- **Oportunidades:** la adecuación de este tipo de medios para realizar actividades ISTAR incrementan su desarrollo tecnológico e industrial. Está llamado a tener un papel fundamental en el desarrollo de las operaciones militares. Análisis análogo al realizado a este respecto en el Apartado 4.1.

### 4.3 MEDIOS DE RECIENTE ADQUISICIÓN EN EL ET DE GRAN INTERÉS PARA CDE

En las operaciones en ambientes complejos (zonas urbanizadas, enemigo híbrido, etc.) cobran una gran importancia la flexibilidad y la capacidad de adaptación, características que reúnen los sistemas aéreos no tripulados. Satisfacen un amplio abanico de necesidades, siendo elementos clave en el desarrollo de procesos ISTAR. En España, los RPAS se ordenan atendiendo a la siguiente clasificación (véase Tabla 15).

<sup>27</sup> Acción y efecto de la presencia física de personal, equipamiento, recursos e infraestructura, incluyendo los procedentes de contratas civiles, inherente al despliegue de fuerzas de combate, de apoyo al combate y de apoyo logístico al combate en un teatro de operaciones.

| Tarjeta operador RPA | Clase según peso máximo al despegue | Categoría OTAN y acrónimo                      | Radio normal de misión   | Ejemplos de RPAS |
|----------------------|-------------------------------------|--|--|------------------|
| Tipo I               | Clase I<br>≤ 150 kg                 | Micro-RPA                                      | 2 km   | Black Hornet     |
|                      |                                     | Mini-RPA                                       | 10 km  | Raven RQ-11 B    |
|                      |                                     | Small-RPA                                      | 50 km (alcance medio: MR, <i>Medium Range</i> )                      | Pelicano         |
| Tipo II              | Clase II<br>> 150 y ≤ 600 kg        | TUAV (táctico)                                 | 200 km (largo alcance: LR, <i>Long Range</i> )                       | Searcher MK-III  |
|                      | CLASE III<br>> 600 kg               | UCAV (de combate)                              | Sin límite (enlace por satélite: BLOS, <i>Beyond Line of Sight</i> ) | Reaper           |
|                      |                                     | MALE ( <i>Medium Altitude Long Endurance</i> ) |  | Heron TP         |
|                      |                                     | HALE ( <i>High Altitude Long Endurance</i> )   |  | Global Hawk      |

Tabla 15. Clasificación de RPAS adoptada en España [19].

A pesar de que el ET ha mejorado la capacidad operativa de los medios RPAS de que dispone, el UAV RAVEN, de categoría mini, no desarrolla capacidad suficiente y el RPAS PASI, de clase II, es propio para niveles de mando superiores al de Brigada. Por consiguiente, el ET está considerando la adquisición de nuevos modelos para su integración en los distintos niveles.

En este sentido, ya ha sido cerrado un contrato entre la compañía española SCR y la Dirección General de Armamento y Material del Ministerio de Defensa para el suministro de sus RPAS Atlantic y Tucán (en concreto, dos sistemas Atlantic y seis sistemas Tucán concretamente, por un importe de 1,5 millones de euros<sup>28</sup>).

Con el propósito de implementar la GCDC a nivel Brigada, se procederá a analizar los RPAS adquiridos recientemente por el ET (RPAS ligeros, de clase I) para intentar dar un veredicto sobre su adecuación en dicho proceso. Para ello, la Tabla 16 muestra características de los dos RPAS anteriormente mencionados (Tucán y Atlantic), obtenidas de los manuales ofrecidos por la empresa SCR. Esta información se complementa con las descripciones técnicas de otros 22 RPAS presentes en diferentes ejércitos, o en prueba en el ET, recogidos en 2014 por la revista *Perfiles IDS*<sup>29</sup>.



| RPAS                  | RPAS TUCAN  | RPAS ATLANTIC   |
|-----------------------|---|---|
| <b>Imagen</b>         |  |  |
| <b>Envergadura</b>    | 2.730 mm  | 3.800 mm  |
| <b>Longitud</b>       | 1.744 mm  | 2.800 mm  |
| <b>Autonomía</b>      | 1.5 h   | 8 horas   |
| <b>Alcance</b>        | 40 km   | 50 km   |
| <b>Techo</b>          | 2 500 m   | 3 500 m   |
| <b>Velocidad</b>      | 70 km/h   | 110 km/h  |
| <b>Velocidad máx.</b> | 90 km/h   | 185 km/h  |
| <b>Potencia</b>       | -   | 9HP   |
| <b>Lanzamiento</b>    | Mediante Lanzador   | Pista/catapulta   |
| <b>Recuperación</b>   | De panza, programado en modo de vuelo   | Pista/paracaídas  |

Tabla 16: Características técnicas RPAS Tucán y RPAS Atlantic. Fuente: manuales empresa SCR.

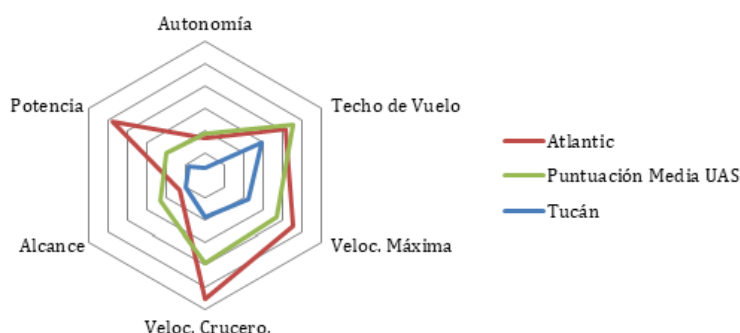
<sup>28</sup> Información obtenida en el siguiente enlace: <http://fly-news.es/defensa-industria/la-dgam-adquiere-varias-unidades-de-los-rpas-tacticos-atlantis-y-tucan>.

<sup>29</sup> Medio informativo editado en Madrid por IDS (Information & Design Solutions, S.L.), empresa fundada en 1999 con el objetivo de ser un referente profesional en España y Latinoamérica de comunicación e información especializada para los mercados de Defensa, Seguridad y Aeroespacial.

Tras un análisis multicriterio de decisión (AMCD) adaptado, recogido en el [ANEXO E](#), se puede concluir que el RPAS Atlantic es un fantástico candidato para cumplir con las misiones necesarias en la GCDC a nivel Brigada. Reúne capacidades suficientes para la obtención de información, el apoyo al mando y control, la designación e identificación de objetivos y la valoración táctica de efectos. Queda en quinto lugar respecto a los 22 sistemas analizados dicho anexo.

Las características que se han elegido como criterios de evaluación se han seleccionado en colaboración con personal de la compañía de Inteligencia de la BOP “Guzmán el Bueno X”, al igual que su ponderación en cuanto a la importancia de estas en el empleo del RPAS.

El RPAS Atlantic sobresale en cuanto a la potencia que es capaz de desarrollar su motor, permitiendo su uso en situaciones meteorológicas menos favorables. Tiene una velocidad de crucero muy por encima de la media, contrarrestando así la limitación en autonomía que tiene en cuanto al resto de RPAS. Respecto al alcance y el techo de vuelo no sobresale, pero se adapta perfectamente a las necesidades de una Brigada. Véase la Ilustración 9 en la que aparece un Radar Chart donde se compara el RPAS Atlantic respecto al RPAS Tucán y los valores medios de los 22 RPAS restantes incluidos en el análisis.



*Ilustración 9. Radar Chart de RPAS. Fuente: elaboración propia.*

En cuanto al RPAS Tucán, quedan evidentes sus limitaciones frente a los demás RPAS analizados. Se estima no adecuado su empleo a nivel Brigada, siendo más oportuno su uso en niveles inferiores donde no se requieren capacidades operativas tan exigentes de autonomía, techo de vuelo, potencia, etc., y se puede integrar su uso.

## 5. SISTEMAS DE ARMAS Y MUNICIONES DE INTERÉS PARA LA GCDC

### 5.1 TIPOS DE MUNICIONES Y SISTEMAS DE ARMAS EN UNA BOP

Los sistemas de armas actualmente utilizados en las BOP son de calibre 155 mm y 105mm, capaces de lanzar proyectiles tipo rompedor, fumígeno e iluminante. De los tres, el único que nos ocupa para la CDE es el proyectil rompedor. En concreto, el TFG se centra en el proyectil rompedor (HE) 155 mm M107 (véase Ilustración 10) para estimar un CER en el [ANEXO B](#), tarea pendiente en nuestro ejército si se pretende implantar la GCDC. Probablemente, éste sea el más utilizado de todos los proyectiles de artillería y uno de los estándares internacionales de proyectiles, por el cual se miden todos los demás. Esto, a pesar de su relación carga-peso relativamente baja (16%), su forma aerodinámica relativamente sencilla (que limita su alcance) y su fragmentación errática [19].

En las Unidades también se puede encontrar el proyectil rompedor (HE) 105 mm M1, uno de los proyectiles más antiguos de la Artillería moderna que debido al buen resultado que ha dado, es el más usado en el mundo cuando se habla de obuses de 105 mm [19].



Ilustración 10. Proyectil rompedor M-107 de 155 mm. Imagen tomada de un buscador de internet.

A estos proyectiles se le pueden colocar diferentes tipos de espoleta consiguiendo así diferentes efectos (véanse Ilustraciones 11, 12 y 13).

- Esopoleta de percusión instantánea (PI) o con retardo (PD/PDLAY).
- Esopoleta mecánica a tiempos (MT).
- Esopoleta de proximidad (VT).
- Esopoleta versátil (multi-option): se puede programar para operar a tiempos, con retardo, de proximidad y percusión instantánea.

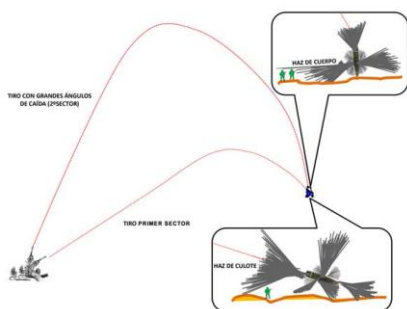


Ilustración 11. Esopoleta de PI [19].

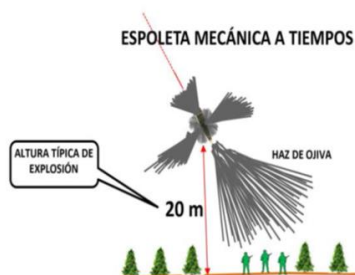


Ilustración 12. Esopoleta mecánica a tiempos (MT) [19].



Ilustración 13. Esopoleta de proximidad (VT) [19].

Actualmente, los sistemas de armas con los que cuenta principalmente una BOP para realizar acciones de fuego son las piezas de artillería:

- Obús 155/52 SIAC [20].
- Obús ATP M-109 A5E [21].
- Obús LightGun L118/L119<sup>30</sup> [22].

El [ANEXO G](#) recoge las principales características técnicas de estos sistemas de armas.

<sup>30</sup> El Obús LightGun existe en dos versiones, L118 y L119. Se diferencian en la longitud del tubo, siendo el de este último menor en detrimento de su alcance máximo.

## 5.2 ADQUISICIONES NECESARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GCDC EN LA BRIGADA

Por definición doctrinal, los fuegos de la Artillería de Campaña deben ser profundos, potentes y precisos [9]. Precisamente la precisión, factor fundamental en la CDM, es lo que el autor de este TFG estima conveniente mejorar, debido a las exigencias de los actuales y futuros conflictos armados (Combate híbrido/urbanizado).

Actualmente, la precisión en el tiro disminuye a medida que aumenta la distancia entre el sistema de armas que realiza el fuego (SSBM en este caso) y el blanco (véase Ilustración 14). Con el uso de municiones guiadas, ese error de precisión disminuye y se mantiene constante, pudiendo batir el blanco con un nivel de CDE menor.

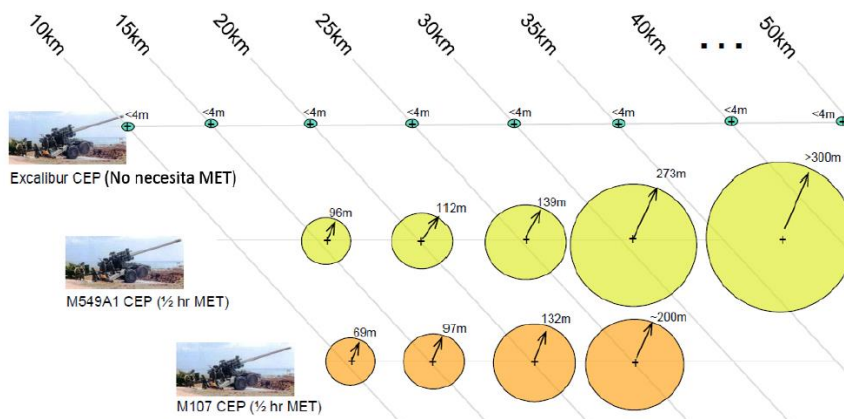


Ilustración 14. Errores probables circulares [23].

En la Ilustración 14 se puede apreciar la precisión del proyectil Excalibur M982 (guiado), que tiene un CEP<sup>31</sup> inferior a 4 m para todas las distancias de empleo. Sin embargo, los proyectiles rompedores HERA M549A1 y M107 aumentan este error con la distancia. Por tanto, se considera esencial la adquisición de PGM para poder realizar la GCDC a nivel Brigada.

A continuación se realizará una reflexión sobre los sistemas de munición guiada existentes en el mercado que comparten calibre con los sistemas de armas utilizados en el ET. Las PGM propuestas son:

- Sistema Excalibur M982 de 155 mm (véase Ilustración 15): proyectil del tipo dispara y olvida, que cambia de dirección en vuelo y tiene gran precisión y alcance.
- Sistema Vulcano V155 GLR-SAL (véase Ilustración 16): proyectil de gran alcance y precisión.
- Kit de guiado de precisión (PGK) PGK M-1156 (véase Ilustración 17): convierte un proyectil convencional en munición guiada.

La Tabla 17 recoge las características a tener en cuenta en una futura adquisición e integración de esta PGM en la GCDC de una BOP. Las características son:

- *Calibre*: diámetro del proyectil (mm).
- *Precisión*: error probable circular (metros).
- *Alcance*: distancia máxima de uso (km).
- *Guía terminal*: posesión o no de sistema de guiado terminal, que permite alcanzar blancos en movimiento.
- *Compatibilidad de espoletas*: tipos de espoletas que pueden usarse con cada sistema.
- *Time on target*: capacidad de alcanzar el objetivo en un momento determinado.
- *Anti-jamming*: capacidad para no ser vulnerable a alteraciones en su trayectoria.
- *Coste*: precio (euros) de cada sistema.

<sup>31</sup> Radio del círculo dentro del cual la probabilidad de que impacte un proyectil es del 50%.

|                                   | EXCALIBUR   | PGK   | VULCANO   |
|-----------------------------------|---|---|---|
| <b>Imagen</b>                     |  |  |  |
|                                   | <i>Ilustración 15. Excalibur M982.</i>  | <i>Ilustración 16. PGK M-1156.</i>  | <i>Ilustración 17. Vulcano V115 GLR-SAL.</i>  |
| <b>Calibre</b>                    | 155 mm  | 105/155 mm  | 155 mm  |
| <b>Precisión</b>                  | < 4 m   | < 10 m  | < 3 m   |
| <b>Alcance</b>                    | 40 km   | 17/40 km  | 80 km   |
| <b>Guía terminal</b>              | Si (próximamente)   | No  | Si  |
| <b>Compatibilidad de espoleta</b> | VT,PI,PD/PDLAY  | VT, PI,PD/PDLAY   | VT, PI, PD/PDLAY  |
| <b>Time on target</b>             | Si  | No  | No  |
| <b>Anti-jamming</b>               | Si  | No  | Si  |
| <b>Coste</b>                      | 43 000 €  | 8 500 €   | 43 000 €  |
| <b>Todo tiempo</b>                | Si  | No  | Si  |

Tabla 17. Características PGM/PGK [23]–[26].

Como se puede apreciar en la tabla, el kit de precisión guiada es más versátil que sus competidores. Ofrece la posibilidad de ser empleado con proyectiles de 155mm y 105mm, lo que se traduce en más alternativas en el análisis de weaponeering de la CDM. En cuanto a la precisión, los tres sistemas ofrecen una precisión muy elevada respecto a la artillería convencional, pero los sistemas Vulcano y Excalibur presentan mejores prestaciones que el kit de guiado. Por lo tanto, para discernir qué sistema es el más adecuado en cuanto a la precisión, se estima necesario realizar un estudio sobre la precisión necesaria para poder batir blancos puntuales y si es necesario disponer de guía terminal para batir blancos en movimientos y/o con qué frecuencia se podría presentar este tipo de blancos en el combate de un futuro próximo. Si analizamos el alcance, el sistema Vulcano se impone a sus rivales claramente. Relativo a los efectos, los tres sistemas son semejantes, con la salvedad de que la PGK puede usarse con calibre de 105mm ocasionando un CER menor. El sistema Excalibur ofrece la opción *time on target*, facilitando las acciones de fuego en las que se desee batir un blanco con varios proyectiles a la vez. Otro factor a tener en cuenta para la elección de qué sistema adquirir es la probabilidad de que el enemigo cuente con sistemas de interceptación GPS. A este respecto, el PGK está en desventaja frente a sus competidores. Finalmente, la coyuntura actual hace indispensable concederle gran importancia al coste de adquisición de cada sistema. Como se puede apreciar, el sistema PGK es notablemente más barato que sus competidores.

Por tanto, siendo probablemente el concepto de “daño colateral” uno de los principales puntales para el desarrollo de la munición guiada y tema central de este TFG, bajo la percepción del autor, el sistema PGK M1156 ofrece una precisión aceptable con un CEP menor a 10 m y un alcance de hasta 40 km, el cual depende del proyectil al que se le instale y del sistema de armas con el que se lance. No dispone de guía terminal ni capacidad anti-jamming, pero considerando que los blancos a batir sean en su mayoría estáticos y que el adversario al que actualmente se enfrentan nuestras FAS no disponga de armas que intercepten señal GPS, no supone un gran problema. El factor más favorable con el que cuenta este sistema frente a su competencia es el económico, quizás factor determinante en su elección.



## 6. PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO Y ESTRUCTURA PARA LA GCDC

Para dar soporte a la GCDC a nivel Brigada es necesaria la creación de la estructura operativa que ha de llevarla a cabo y el diseño del procedimiento de actuación. Lo que se pretende con este procedimiento es integrar de la forma más completa posible todos los medios de adquisición de objetivos, gestión y análisis de la información y su conexión en un tiempo útil con los medios productores de efectos. La estructura necesaria para soportar este procedimiento se basará en personal del Elemento de Apoyo de Fuegos<sup>32</sup> (FSE). Las capacidades del FSE para actuar sobre un objetivo y conseguir los efectos deseados son los medios de fuego indirecto orgánicos de su Grupo de Artillería. Así pues, se necesitará de los siguientes elementos recogidos en la Tabla 18.

| ELEMENTO   | DESCRIPCIÓN Y RESPONSABILIDADES  |
|--|--|
| <b>Célula de gestión de daños</b>                                  | <p>Organizada en base a la Batería de Plana Mayor de Mando del Grupo de Artillería de Campaña al mando de su Teniente Coronel como Oficial de Apoyo de Fuegos (FSO), junto con personal analista de la compañía de Inteligencia, se encargará de los procesos de análisis de los blancos a su nivel, weaponering y daños colaterales (CDE), donde se encuentran tareas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de normas para selección de objetivos.</li> <li>- Realización de la CDE.</li> <li>- Realizar el análisis de weaponering.</li> <li>- Concretar y definir como se realiza la BDA.</li> <li>- Asesoramiento al Jefe de la operación.</li> </ul>   |
| <b>Equipo de información relativa al terreno y la meteorología</b> | <p>Formado a partir de la Sección de Información y Topografía, encuadrada en la Batería de Plana Mayor. Se encargará de obtener datos meteorológicos y del terreno y transmitirlos al Centro Director de Fuego encargado de conducir los fuegos del GACA mediante el programa TALOS. Fundamental para el empleo óptimo de los medios de fuego.</p>   |
| <b>Célula de detección y evaluación de blancos</b>                 | <p>Compuesta por personal de la Sección de Enlace<sup>33</sup> (DEN) perteneciente a la Batería de Plana Mayor y personal de la compañía de Inteligencia. Será la encargada de la detección de posibles blancos y la evaluación del ataque a los mismos, ofreciendo un feedback que proporcione la suficiente información para el análisis de dicha acción. Así, entre los procesos que debe realizar se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar información del Campo de Batalla.</li> <li>- Localizar y situar el objetivo.</li> <li>- Dar recomendaciones acerca del método de ataque para batir el objetivo.</li> <li>- Evaluar la acción, mediante el BDA y WEA.</li> <li>- Dar recomendaciones en caso de necesidad de reiteración del ataque.</li> <li>- Dar información para la evaluación del CD.</li> </ul> |

Tabla 18. Elemento GCDC. Fuente: elaboración propia.

<sup>32</sup> Elemento de artillería a través del cual el FSO ejerce la dirección, en todos los niveles, del planeamiento general, coordinación y empleo de todos los medios de apoyos de fuego conjunto asignados.

<sup>33</sup> La sección de enlace se compone de equipos de OAV y Destacamentos de Enlace que acompañan a las unidades de maniobra como elementos integradores de la maniobra con los Apoyos de Fuego.

Atendiendo a la anterior estructura y procedimiento, y debido a las necesidades que impone la GCDC, se considera que es necesaria una estructura operativa de carácter no permanente a nivel Brigada semejante a la recogida en la Tabla 19.

| Células/equipos                      |  | Puesto                            | Perfil                | Empleo    | MPLTO<br>Unidad      | APTITUD |
|--------------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------|-----------|----------------------|---------|
| Gestión<br>de<br>daños               | Grupo de<br>trabajo<br>gestión de<br>daños | Jefe                              | Targeteer             | TCol.     | GACA                 | 1       |
|                                      |  | Planes                            | Targeteer             | Cap.      | GACA                 | 1,2,3   |
|                                      |  | Operaciones                       | Gestor de<br>sistemas | Sgto. 1º  | GACA                 | 1,4     |
|                                      | Grupo de<br>Inteligencia<br>de blancos     | Jefe                              | Analista<br>Blancos   | Stte.     | Cía.<br>Inteligencia | 1,3,5   |
|                                      |  | Inteligencia<br>de Blancos        | Analista<br>Blancos   | Brigada.  | Cía.<br>Inteligencia | 1,3,5   |
|                                      |  | Sistemas de<br>mando y<br>control | Analista<br>Blancos   | Sgto. 1º. | Cía.<br>Inteligencia | 1,5     |
| Información terreno-<br>meteorología |  | Jefe Pelotón                      | Analista<br>NBQ       | Sgto      | GACA                 | 8,9     |
| Detección-Evaluación<br>de daños     |  | Jefe UAV                          |                       | Sgto 1º   | Cía.<br>Inteligencia | 7       |
|                                      |  | Jefe DEN                          |                       | Cap.      | GACA                 | 6       |
|                                      |  | Jefe OAV                          |                       | Sgto 1º   | GACA                 | 10      |

Tabla 19. Estructura Operativa para la GCDC a nivel Brigada. Fuente: elaboración propia.

Por último, también es necesario identificar las aptitudes y cursos necesarios para el personal integrante de la estructura operativa. Una propuesta de estos cursos se basa en la Directiva 20/14 “Organización Targeting Conjunto” y en las necesidades propias de las distintas fases de la GCDC.

A continuación se muestra la Tabla 20 con la aptitud y cursos necesarios.

| APTITUD / CUALIFICACIÓN MPLTO <sup>34</sup> | CURSOS NECESARIOS   |
|---|---|
| 1. Curso Básico de Targeting.               | 6. Curso JTAC.  |
| 2. Analista CDE.                            | 7. Curso de Operador de Sistemas Aéreos no Tripulados TIPO 1. |
| 3. Analista BDA.                            | 8. Curso de Especialista en Defensa NBQ.                      |
| 4. Weaponeer.                               | 9. Curso de Riesgo NBQ.                                       |
| 5. Inteligencia de Blancos.                 | 10. Curso OFA/NFO.  |

Tabla 20. Aptitud y cursos necesarios en la GCDC. Fuente: elaboración propia.

<sup>34</sup> Las diferentes aptitudes necesarias están recogidas en la Directiva 20/14 “Organización de Targeting Conjunto en las Fuerzas Armadas Españolas”.



## 7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

El presente TFG pretende poner de manifiesto las necesidades que tendrá una BOP para implantar su propia GCDC en un futuro. Paralelamente, se han propuesto soluciones, o marcado una línea de trabajo, para hacer frente a dichas necesidades y hacer posible dicha implantación.

Tras el estudio realizado, puede afirmarse que una BOP está limitada para llevar a cabo su propia GCDC actualmente. Carece de una metodología necesaria, la cual utiliza la herramienta CDE que tampoco está desarrollada, y no dispone de PGM (necesarias para muchas de las acciones de fuego que requerirá el tipo de conflicto que se presentará en el futuro). Además, parte de los medios ISTAR de los que dispone, o podría disponer, una BOP tampoco están integrados de forma adecuada. A continuación, se abordan estas ideas con más detalle.

Para poder llevar a cabo la GCDC es esencial disponer de una metodología que englobe todos los procesos, técnicas y procedimientos para analizar y estimar el CD que produce una acción de fuego. El presente TFG propone una metodología, basada en la utilizada actualmente en el ejército americano, y desarrolla un proceso para el cálculo estimado de los CD. A este respecto, si el ET determinase que una BOP debe hacer su propia GCDC, debería elaborarse un documento donde se encontrase toda la información relativa a los CER que cada proyectil provoca lanzado por un determinado sistema de armas, teniendo en cuenta también la existencia de posibles infraestructuras que puedan verse afectadas por dicha acción de fuego. Además, se debería crear una organización operativa capaz de soportar la GCDC e impartir los cursos necesarios para instruir al personal encargado de realizar los distintos análisis requeridos en dicho proceso.

Otro aspecto fundamental que se debe abordar para implantar la GCDC en la BOP es la precisión de sus medios de fuego. La CEP (abordada en Sección 3 y ejemplificada en la Ilustración 14) de las actuales municiones y sistemas de armas aumenta a medida que aumentan la distancia entre estos, siendo un factor que influye directamente en el posible CD provocado y no deseado. Al respecto, el presente TFG plantea la opción de adquirir PGM para suplir esta deficiencia, proponiendo 3 sistemas de PGM existentes actualmente en el mercado. Este asunto reclama un profundo estudio sobre la necesidad de empleo de PGM en los conflictos venideros y, en tal caso, un conveniente análisis sobre qué munición adquirir teniendo en cuenta las características recogidas en la Tabla 17 además de las que se estimen oportunas por parte del ET. Siendo el aspecto económico un factor concluyente, o al menos de gran consideración, posiblemente sería una gran opción calidad-precio el kit de guiado de precisión (PGK M1156).

Igualmente, el presente TFG analiza los medios ISTAR que tiene o puede integrar una BOP para llevar a cabo la GCDC. Dada la gran importancia que están cobrando los RPAS en el ET debido a su perfecta adecuación para la identificación, vigilancia, reconocimiento y adquisición de objetivos y la posterior BDA tras una acción de fuego, en el presente TFG se analizan el RPAS RAVEN RQ 11B perteneciente a la compañía de Inteligencia de una BOP y el sistema PASI perteneciente al Grupo de Artillería de Información y Localización. El resultado es que se desestima el empleo de ambos a nivel Brigada. El primero es más propio de escalones de mando inferiores y el segundo de escalones de mando superiores, como se puede apreciar en los análisis DAFO realizados en las Secciones 4.1 y 4.2 respectivamente.

Una solución a este respecto es la reciente adquisición del RPAS Atlantic por parte del ET, el cual obtiene una posición ventajosa frente a los diferentes RPAS de su clase analizados en la memoria en un análisis multicriterio de decisión. La adquisición de este RPAS demuestra apropiada y se prevé tendrá un papel fundamental en un futuro próximo en cuanto a la GCDC a nivel Brigada.

Asimismo, para la GCDC a nivel Brigada se considera necesaria la aportación al combate que ofrecen los demás medios ISTAR pertenecientes al Grupo de Artillería de Información y Localización, que actualmente no están en dotación en las diferentes BOP. Una posible solución a esta cuestión sería la realización de más ejercicios en los que participara el Grupo de Artillería de Información y Localización integrado en una BOP con la finalidad de adaptar su interoperabilidad orientada a la GCDC.

Para finalizar, siéndole consciente de la ventaja que ofrece el uso de la herramienta CDE, ideal para la toma de decisiones del mando, se considera oportuno abordar las necesidades que demanda su implementación. Concede al mando de una Pequeña Unidad independencia y autosuficiencia, proporcionándole elementos de apoyo para saber si la capacidad militar empleada sobre un blanco se ajusta al Derecho Internacional de los Conflictos Armados, el Derecho Internacional Humanitario, a las ROE y al principio de proporcionalidad, logrando economía de medios, en acciones contra

blancos que dificulten su maniobra o que conduzcan al beneficio de sus escalones superiores. El pensamiento acerca de los beneficios que aporta el uso de la herramienta CDE a nivel Brigada ha sido la motivación del presente TFG, sírvase éste para dar solución a las necesidades que requiere su implementación o como línea de trabajo a seguir.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Pedro Sánchez Herráez, *La nueva guerra híbrida: un somero análisis estratégico*, Instituto Español de Estudios Estratégicos, 54, 2014.
- [2] Jefe del Estado Mayor de la Defensa, *PDC-3.9 Doctrina conjunta de Targeting*, Madrid, 2014.
- [3] Francisco Jesús García García, *Targeting a nivel Brigada*, Memorial de Artillería, 172/2, 2016.
- [4] Jefe del Estado Mayor de la Defensa, *Directiva 20-14 Organización Targeting Conjunto*, Madrid, 2014.
- [5] Chairman of the Joint Chiefs of Staff, *CJCSI 3160.01B Directive No-Strike and the Collateral Damage Estimation Methodology*, 2015.
- [6] Chairman of the Joint Chiefs of Staff, *Student Guide CJCSI 3160.01B / No-Strike and CDE Methodology*, 2017.
- [7] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *Targeting terrestre. Concepto derivado 02/16*. Granada, 2016.
- [8] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD4-301 Empleo táctico del Grupo de Artillería de Información y Localización*, Granada, 2016.
- [9] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD3-315 Apoyo de fuegos*, Granada, 2015.
- [10] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *MI6-319 Equipos de observadores avanzados (OAV) y pelotón de observación (PO) de unidades de Artillería de Campaña*, Granada, 2008.
- [11] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *MI-304 Equipo de observador de Artillería de Campaña*, Granada, 2015.
- [12] Navantia-Sistemas FABA, *OAV.4.97.CV.001 SOAV PIZARRO. Manual técnico. Conjunto Cámara IR Portátil*, 2012.
- [13] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *Operación ROMEO-ALFA Lecciones aprendidas de la participación del observador de fuego aéreo*, 2014.
- [14] Ejército de Tierra, *Norma Operativa Empleo del mini UAV RAVEN RQ 11B en operaciones*, 2010.
- [15] Elbit Systems Ltd, *Thermal Imaging Systems Elop Lily-L Elop Lily-L*, pp. 5–6.
- [16] Estado Mayor del Ejército, *MT6-012*, Madrid, 1997.
- [17] Estado Mayor del Ejército, *Directiva 06/17 Concepto Operativo ISTAR*, Madrid, 2017.
- [18] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *Lecciones aprendidas de la participación de la unidad PASI en la operación R/A*, 2014.
- [19] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *Municiones de Artillería. Sistemas de armas de ACA I. Tomo II. ACART-MT-101*, 2014.
- [20] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *Sistemas de armas Artillería Campaña II. Obús 155/52 SIAC. AGM-TM-410*, 2009.
- [21] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *ACART-MT-075 Sistemas de armas I. Materiales de campaña. Tomo I*, 2009.
- [22] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *ACART-MT-075 Sistemas de armas I. Materiales de campaña. Tomo I. Obús Rem. de 105 mm. Mod. L-118 y L-119 Lightgun*, 2009.
- [23] Severino Enrique Riesgo y Gacía, *El proyectil de 155 mm EXCALIBUR M-982*, Memorial de Artillería 171/1, 2015.
- [24] Fernando Daniel Quinodoz, *Apoyo de Fuego Cercano en el Siglo XXI*, Centro de Estudios Grl Mosconi. Prospectiva tecnológica militar, 2017.
- [25] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *Municiones ACA de altas prestaciones. M1156 precision guidance kit (PGK)*, 2017.
- [26] Miguel Ángel Pérez y Pérez, *Nuevos cañones navales: entre lo necesario y lo posible II*, Temas profesionales, 2015.
- [27] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *MT7-310 Manual técnico de efectos del PR-M107 para el obús ATP 155/39. Tomo I y II*, Granada, 2000.
- [28] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *TTN ACA 155/4.2*, Madrid, 2003.
- [29] Ministerio del Ejército, *Manual de fundamentos técnicos del tiro de Artillería M-336*. 1976.
- [30] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *OR4-304 Grupo de Artillería de Campaña*, 1997.

- [31] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD4-013 Empleo táctico de la unidad de RPAS*, Granada, 2016.
- [32] Carlos Calvo González-Regueral, *Sistemas no Tripulados*, PerfilesIDS, 2014.
- [33] Mando de Adiestramiento y Doctrina, *PD0-000 Glosario de términos militares*, Granada, 2014.

## ANEXO A: GLOSARIO DE ABREVIATURAS

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>AMCD</b>     | <i>Análisis multicriterio de decisión.</i>  |
| <b>ARTHUR</b>   | <i>Radar de artillería de adquisición. Artillery hunting radar.</i>   |
| <b>BDA</b>      | <i>Evaluación de daños de combate. Battle damage assessment.</i>  |
| <b>BOP</b>      | <i>Brigada orgánica polivalente.</i>  |
| <b>C/B</b>      | <i>Contra batería.</i>  |
| <b>CD</b>       | <i>Daño colateral. Collateral damage.</i>   |
| <b>CDE</b>      | <i>Estimación de los daños colaterales. Collateral damage estimation.</i>   |
| <b>CDM</b>      | <i>Metodología del daño colateral. Collateral damage methodology.</i>   |
| <b>CEP</b>      | <i>Error probable circular. Circular error probability.</i>   |
| <b>CER</b>      | <i>Radio de efectos colaterales. Collateral efect radius.</i>   |
| <b>CHA</b>      | <i>Área de riesgo colateral. Collateral hazard area.</i>  |
| <b>CO</b>       | <i>Objeto colateral. Collateral object.</i>   |
| <b>DEN</b>      | <i>Destacamento de enlace.</i>  |
| <b>ET</b>       | <i>Ejército de tierra.</i>  |
| <b>FAS</b>      | <i>Fuerzas Armadas.</i>   |
| <b>FSE</b>      | <i>Elemento de apoyo de fuegos. Fire support element.</i>   |
| <b>FSO</b>      | <i>Oficial de apoyo de fuegos. Fire support officer.</i>  |
| <b>GACA</b>     | <i>Grupo de artillería de campaña.</i>  |
| <b>GCS</b>      | <i>Estación de control terrestre. Ground control station.</i>   |
| <b>HALO</b>     | <i>Sistema de localización de artillería enemiga. Hostile artillery locating system.</i>  |
| <b>HE</b>       | <i>Proyectil rompedor. High explosive.</i>  |
| <b>ISTAR</b>    | <i>Inteligencia, vigilancia, reconocimiento y adquisición de objetivos. Intelligence, surveillance, reconnaissance and targeting.</i> |
| <b>JEMAD</b>    | <i>Jefe del Estado Mayor de la Defensa.</i>   |
| <b>JT</b>       | <i>Targeting Conjunto, Join Targeting.</i>  |
| <b>MT</b>       | <i>Espoleta mecánica a tiempos.</i>   |
| <b>OAV</b>      | <i>Observador avanzado.</i>   |
| <b>OTAN</b>     | <i>Organización del Tratado del Atlántico Norte.</i>  |
| <b>PD/PDLAY</b> | <i>Espoleta a percusión con retardo. Point detonation/delay.</i>  |
| <b>PDC</b>      | <i>Publicación doctrinal conjunta.</i>  |
| <b>PI</b>       | <i>Espoleta de percusión instantánea.</i>   |
| <b>PID</b>      | <i>Identificación positiva. Positive identification.</i>  |
| <b>ROE</b>      | <i>Reglas de enfrentamiento. Rules of engagement.</i>   |
| <b>SSBM</b>     | <i>Munición balística tierra-tierra. Surface-surface ballistic munition.</i>  |
| <b>TEA</b>      | <i>Autoridad de empeño. Target engagement authority.</i>  |
| <b>TFG</b>      | <i>Trabajo Fin de Grado.</i>  |
| <b>TIB</b>      | <i>Contorno de la instalación objetivo. Target installation boundary.</i>   |
| <b>UAV</b>      | <i>Vehículo Aéreo no Tripulado, Unmanned Air Vehicle.</i>   |
| <b>VT</b>       | <i>Espoleta de proximidad.</i>  |
| <b>WEA</b>      | <i>Valoración de la efectividad de la capacidad militar empleada, Weapons effectiveness assessment.</i>                               |

## ANEXO B: CÁLCULO DE CER PARA UN PROYECTIL ROMPEDOR (HE)

Para la obtención del CER de un proyectil rompedor (HE) se utilizarán las tablas de tiro del obús ATP 155/39 (series M109A5, M109A6, Tubo M284) recogidas en el libro *TTN ACA 155/4.2*, el manual *Fundamentos técnicos del tiro de Artillería M-336* y el manual técnico *MT7-310*, publicaciones militares del Ejército de Tierra.

Los efectos materiales o eficacia del fuego de artillería dependen, principalmente, de la letalidad del proyectil, la densidad de proyectiles en la zona de caída y la distancia entre el objetivo y el centro de la zona de caída [27]. En las tablas utilizadas solo se han calculado efectos sobre objetivos compuestos por personal en posición de pie, tumbado o en pozo de tirador en campo abierto, lanzándose un proyectil rompedor (HE) M-107 por el Obús 155/39 M-109 A5, con el tubo M-284 y las cargas de proyección de 3W a 7W con pólvora M4A2 y 8W con pólvora M119A1.

Según el estudio realizado por el departamento de balística del polígono de experiencias de Carabanchel, situado en el paseo de Extremadura en 2003, se llega a la conclusión de que la mejor carga para una distancia determinada es la siguiente [28] (véase Tabla 21).

| COMBINACIONES DE CARGAS Y DISTANCIAS |                 |   |    |    |    |       |
|--------------------------------------|-----------------|---|----|----|----|-------|
| CARGAS                               | DISTANCIAS (km) |   |    |    |    |       |
| 3W                                   | 6               |   |    |    |    |       |
| 4W                                   | 6               | 8 |    |    |    |       |
| 5W                                   | 6               | 8 | 10 |    |    |       |
| 6W                                   |                 | 8 | 10 | 12 |    |       |
| 7W                                   |                 |   | 10 | 12 | 14 |       |
| 8W                                   |                 |   |    | 12 | 14 | 16 18 |

Tabla 21. Combinaciones de cargas y distancias [27].

Según los estudios del Laboratorio Químico Central de Armamento, se deduce que es mejor realizar el tiro con la menor carga de proyección capaz de alcanzar el objetivo. Cuando un proyectil cae sobre el objetivo con más ángulo de llegada (lo que ocurre cuando tomamos la menor carga posible) es más letal a pesar de que el error probable sea mayor que si empleamos otra carga más grande [28].

Otro factor influyente en la eficacia es el tipo de espoleta y, por tanto, la altura (h) de explosión. Los tipos de espoleta considerados son: espoleta de percusión instantánea (PI, h=0m), espoleta a tiempos (MT, h=20m) y espoleta de proximidad (VT, h=8m).

A continuación, se presenta una tabla resumen con las áreas letales para cada combinación de carga, distancia, espoleta y situación del combatiente con el HE:

La Tabla 22 mostrada a continuación, resulta de dos tipos de pruebas con proyectiles de 155mm M-107 (las diferentes áreas mostradas en la Tabla 22 serán hipotéticas debido a que se trata de información clasificada).

- i. Fragmentación en pozo de troceo: Las pruebas consisten en detonar el proyectil dentro de un pozo, rodeado de sacos de arena que frenan y recogen los fragmentos generados. Tras la detonación se extrae la arena del pozo, se criba y se pasa por electroimanes, con objeto de recoger los fragmentos metálicos para su posterior selección y clasificación, tal y como se observa en la Ilustración 18. Los datos obtenidos en esta prueba (número de fragmentos, peso de cada fragmento, peso medio, etc.), constituyen una representación aséptica de los resultados experimentales. De ellos se obtienen los parámetros de fragmentación a utilizar en los modelos de cálculo.



Ilustración 18. Clasificación del troceo [28].

ii. Fragmentación en cerca de impactos: La prueba consiste en hacer explotar un proyectil en diferentes posiciones en el centro de una cerca de paneles de madera colocados verticalmente en un círculo y a diferentes distancias (15, 17,5, 20 y 25 m) para:

- Obtener el número de impactos eficaces que se producen en cada distancia y en cada sector.
- Medir la velocidad de los fragmentos.
- Medir la sobrepresión de la onda aérea.

Los ensayos se realizan con proyectil vertical a dos metros de altura (ojiva hacia arriba para observar el haz de cuerpo y la homogeneidad de distribución de los fragmentos axialmente) y con proyectil horizontal a un metro de altura. El proyectil se explota sin espoleta en el centro de la cerca de paneles de madera (véanse Ilustraciones 19 y 20).



Ilustración 19. Fotografía de la preparación de una prueba [27].

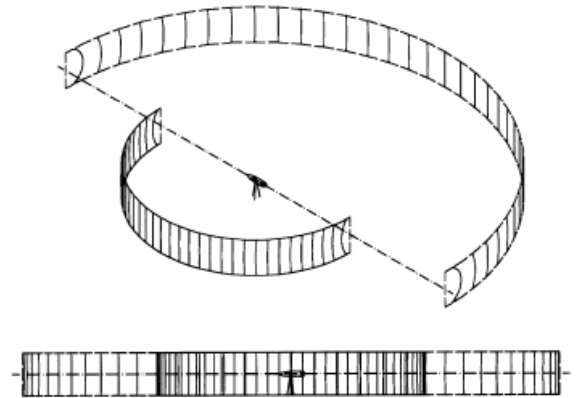


Ilustración 20. Colocación de los paneles en la cerca de impactos [27].

Los efectos se han calculado para las combinaciones de proyectil rompedor M107 y las diferentes espoletas señaladas en el manual técnico de las tablas de tiro numéricas del obús 155/39 M109-A5 ATP.

- VT: espoleta de proximidad.
- MT: espoleta a tiempos.
- PI: percusión instantánea.



| SUPERFICIE DEL ÁREA LETAL EN m <sup>2</sup> PARA PERSONAL |               |       |       |        |         |       |       |       |       |       |
|---|---------------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CARGA   | DIST.<br>(km) | PIE   |       |        | TUMBADO |       |       | POZO  |       |       |
|   |               | PI    | MT    | VT     | PI      | MT    | VT    | PI    | MT    | VT    |
| 3W  | 6             | 429,0 | 413,5 | 670,9  | 253,7   | 465,2 | 588,7 | 159,0 | 238,6 | 245,0 |
| 4W  | 6             | 412,2 | 390,3 | 634,2  | 247,7   | 452,7 | 562,2 | 159,0 | 234,9 | 262,6 |
| 4W  | 8             | 454,5 | 440,0 | 722,4  | 262,0   | 478,6 | 626,3 | 159,0 | 239,8 | 248,2 |
| 5W  | 6             | 401,3 | 439,4 | 555,6  | 243,7   | 227,5 | 241,2 | 159,0 | 227,5 | 241,2 |
| 5W  | 8             | 427,8 | 405,0 | 664,4  | 253,1   | 456,6 | 583,9 | 159,0 | 233,4 | 243,4 |
| 5W  | 10            | 493,2 | 473,8 | 795,3  | 274,3   | 499,7 | 679,8 | 159,0 | 241,2 | 254,4 |
| 6W  | 6             | 393,3 | 367,9 | 606,5  | 240,4   | 434,7 | 542,6 | 158,6 | 226,1 | 240,6 |
| 6W  | 8             | 490,6 | 358,7 | 633,0  | 246,8   | 450,8 | 561,1 | 159,0 | 233,7 | 242,1 |
| 6W  | 10            | 439,1 | 418,7 | 683,3  | 256,8   | 465,2 | 596,8 | 159,0 | 235,6 | 245,4 |
| 7W  | 10            | 415,3 | 392,9 | 664,3  | 248,3   | 450,8 | 569,2 | 158,6 | 232,2 | 242,8 |
| 7W  | 12            | 445,5 | 424,7 | 700,4  | 258,4   | 467,7 | 609,7 | 158,6 | 235,3 | 246,7 |
| 7W  | 14            | 509,5 | 478,8 | 811,4  | 280,2   | 501,6 | 690,7 | 158,6 | 239,2 | 254,8 |
| 8W  | 12            | 416,7 | 392,9 | 652,0  | 248,5   | 449,3 | 575,4 | 158,6 | 230,7 | 242,5 |
| 8W  | 14            | 446,2 | 423,4 | 698,3  | 258,7   | 466,5 | 607,7 | 158,6 | 234,7 | 246,5 |
| 8W  | 16            | 495,7 | 468,9 | 783,8  | 275,8   | 498,1 | 670,1 | 158,6 | 242,3 | 252,2 |
| 8W  | 18            | 676,8 | 547,0 | 1030,9 | 336,5   | 536,4 | 851,2 | 158,6 | 216,6 | 264,8 |

Tabla 22. Superficie de área letal para personal. Fuente: elaboración propia.

Una vez se tiene el valor de la superficie del área letal, a continuación se abordará el fenómeno de la dispersión.

La dispersión depende de multitud de errores que podemos englobar en dos tipos: errores sistemáticos y errores accidentales. Los primeros, se deben a causas permanentes que actúan siempre con la misma magnitud y en el mismo sentido, por lo que se mantienen constantes cualquiera que sea el número de medidas efectuadas. Pueden eliminarse mediante procedimientos operativos adecuados, o bien corregirse determinando los errores y teniéndolos en cuenta en los cálculos. Los segundos, se deben a causas fortuitas de magnitud y signo variable. Son inevitables por no conocerse el orden de presentación y no puede compensarse en su totalidad [27].

Los errores accidentales siguen una ley de distribución de errores (ley de Gauss). De esta ley se pueden sacar una serie de conclusiones por ser de tipo normal la curva que describe la frecuencia de los errores (véase Ilustración 21).

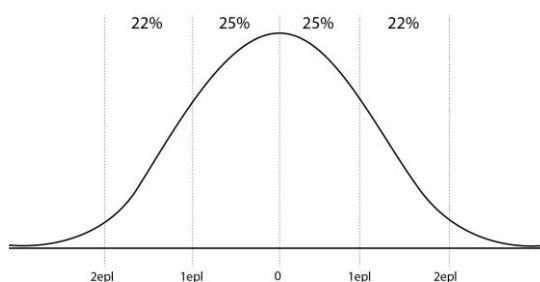


Ilustración 21. Curva de frecuencia de errores accidentales. Tipo normal. Fuente: elaboración propia.

- Es simétrica respecto al eje de ordenadas.
- El valor máximo corresponde al 0 en el eje de abscisas, es decir, el valor que más se repite es el valor nulo.
- La curva corta al eje de abscisas en una distancia finita. Este hecho le diferencia de una distribución normal, pues esta última presenta asíntota en el eje de abscisas. El error máximo tiene un valor finito.

Cuando un arma realiza una serie de disparos con determinado ángulo de tiro y en condiciones idénticas, los disparos se distribuyen en una zona, agrupándose alrededor de un punto denominado centro de impactos. Para un mismo ángulo corresponde un haz de trayectorias que se pueden

encerrar en un cono denominado cono de dispersión. Cuanto más aumenta el número de disparos, en centro de impactos se aproxima al punto teórico denominado centro de tiro. Véase Ilustración 22.

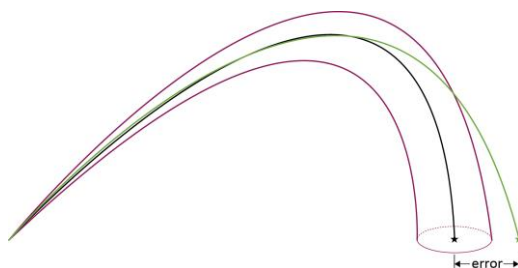


Ilustración 22. Cono de impactos. Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de la dispersión se considera la intersección del cono de dispersión con un plano horizontal, vertical o normal. La distribución de los impactos es el resultado de dos fenómenos debidos a la dispersión longitudinal y transversal que son considerados independientes. Los desvíos (errores) de estos impactos frente al centro de impactos siguen la ley de distribución de errores mencionada anteriormente y se define por tanto,

- Error probable longitudinal (epl), correspondiente a la dispersión longitudinal.
- Error probable transversal (ept), correspondiente a la dispersión transversal.

En los problemas de tiro se suele emplear las zonas del 50%. La zona longitudinal (Zl) es la parte de la elipse de dispersión horizontal comprendida entre dos rectas paralelas al eje transversal de la misma que contiene el 50% de los impactos. Análogamente se define la zona transversal (Zt). Véase Ilustración 23.

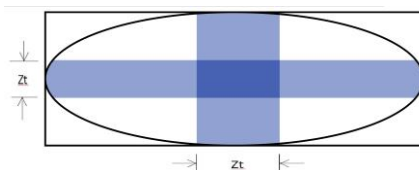


Ilustración 23. Elipse de impactos. Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se denomina escala de dispersión a la serie de números que expresan los tantos por ciento de impactos que más probablemente se recogerán en franjas sucesivas de una amplitud determinada.

Se dice que el tiro está centrado cuando el centro del rectángulo de dispersión coincide con el centro del objetivo. Así, siguiendo reglas de probabilidad básica asumiendo la ley de errores normales se puede construir el tanto por ciento de acierto de cada uno de los 64 rectángulos elementales según la Ilustración 21 en los que se asume distribución uniforme dentro de cada rectángulo. Véase Ilustración 24.

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.02 | 0.11 | 0.24 | 0.38 | 0.38 | 0.24 | 0.11 | 0.02 | 1.5% |
| 0.11 | 0.49 | 1.12 | 1.75 | 1.75 | 1.12 | 0.49 | 0.11 | 7%   |
| 0.24 | 1.12 | 2.56 | 4.00 | 4.00 | 2.56 | 1.12 | 0.24 | 16%  |
| 0.38 | 1.75 | 4.00 | 6.25 | 6.25 | 4.00 | 1.75 | 0.38 | 25%  |
| 0.38 | 1.75 | 4.00 | 6.25 | 6.25 | 4.00 | 1.75 | 0.38 | 25%  |
| 0.24 | 1.12 | 2.56 | 4.00 | 4.00 | 2.56 | 1.12 | 0.24 | 16%  |
| 0.11 | 0.49 | 1.12 | 1.75 | 1.75 | 1.12 | 0.49 | 0.11 | 7%   |
| 0.02 | 0.11 | 0.24 | 0.38 | 0.38 | 0.24 | 0.11 | 0.02 | 1.5% |
| 1.5% | 7%   | 16%  | 25%  | 25%  | 16%  | 7%   | 1.5% |      |

Ilustración 24. Probabilidad de tiro en los 64 rectángulos elementales[29].

Aunque en ocasiones es más conveniente estudiar la dispersión de manera que las dispersiones transversal y longitudinal son idénticas. Esto simplifica más los cálculos sin necesidad de hacer referencia a longitudinal y transversal, haciendo sólo hincapié en el radio del círculo (epc)<sup>35</sup>, pudiendo obtener una escala de dispersión de tipo circular tal y como se muestra en la Ilustración 25.

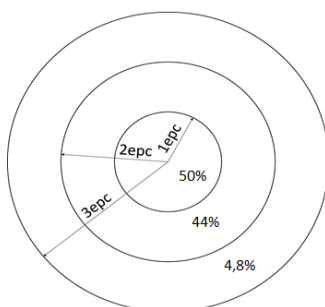


Ilustración 25. Escala de dispersión de tipo circular [31].

Para el cálculo del CER que se propone, se establecerán las siguientes consideraciones, para simplificar los cálculos:

1. La dispersión se estudiará tomando el mismo valor para la dispersión longitudinal y transversal.
2. Siendo lo más restrictivo posible, se tomará como referencia el error probable longitudinal como radio del círculo (epc), ya que es mayor que el error transversal.
3. Con motivo de tomar el error probable longitudinal como radio para simplificar los cálculos, la huella de unidad<sup>36</sup> será circular, en lugar de elíptica.
4. Al igual que la huella, el área letal del proyectil también la supondremos circular.
5. TLE = 0 y CEP = CE90. Por lo tanto, obtendremos el TE90. Véase Ilustración 26.

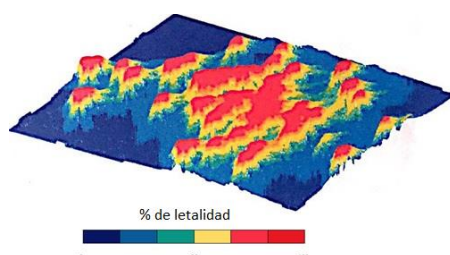


Ilustración 26. Huella de 12 salvas de proyectil M107: D= 14.000 m, H= 4 m, V= 306 m/s<sup>37</sup> [27].

A continuación, se procede al cálculo estimado del CER para un proyectil rompedor teniendo en cuenta todo lo anterior. Para ello se necesita:

1. Radios de efectos del proyectil rompedor objeto de estudio, empleando las distintas espoletas, teniendo en cuenta la carga empleada y la distancia a la que se encuentra el blanco. Si el área letal del proyectil es circular, con los datos recogidos en la Tabla 22 podemos calcular el radio de efecto letal del proyectil con las distintas espoletas:

$$\text{Área letal} = \pi r^2 \rightarrow r = \sqrt{\frac{\text{Área total}}{\pi}}$$

<sup>35</sup> epc: error probable circular.

<sup>36</sup> Huella de unidad: la superficie de terreno que bate una unidad de fuego tirando en haz convergente. Depende del área letal del proyectil y del conjunto de errores. Tiene una forma aproximadamente elíptica, con el eje mayor en la dirección de la línea de tiro.

<sup>37</sup> Imagen tomada del manual técnico MT7-310.

Por lo tanto, se puede reescribir la Tabla 22 en función de los distintos radios de efectos para cada carga, distancia, tipo de espoleta y distintos grados de protección del personal combatiente, véase Tabla 23. Los datos obtenidos se han calculado tomando el área letal de la Tabla 22 y despejando el radio, suponiendo que el área es la de un círculo.

| RADIO DE EFECTOS LETALES EN m PARA PERSONAL (WCER) |               |      |      |      |         |      |      |      |     |     |
|--|---------------|------|------|------|---------|------|------|------|-----|-----|
| CARGA  | DIST.<br>(km) | PIE  |      |      | TUMBADO |      |      | POZO |     |     |
|  |               | PI   | MT   | VT   | PI      | MT   | VT   | PI   | MT  | VT  |
| 3W   | 6             | 11,7 | 11,5 | 14,6 | 9,0     | 12,2 | 13,7 | 7,1  | 8,7 | 8,8 |
| 4W   | 6             | 11,5 | 11,1 | 14,2 | 8,9     | 12,0 | 13,4 | 7,1  | 8,6 | 9,1 |
| 4W   | 8             | 12,0 | 11,8 | 15,2 | 9,1     | 12,3 | 14,1 | 7,1  | 8,7 | 8,9 |
| 5W   | 6             | 11,3 | 11,8 | 13,3 | 8,8     | 8,5  | 8,8  | 7,1  | 8,5 | 8,8 |
| 5W   | 8             | 11,7 | 11,4 | 14,5 | 9,0     | 12,1 | 13,6 | 7,1  | 8,6 | 8,8 |
| 5W   | 10            | 12,5 | 12,3 | 15,9 | 9,3     | 12,6 | 14,7 | 7,1  | 8,8 | 9,0 |
| 6W   | 6             | 11,2 | 10,8 | 13,9 | 8,7     | 11,8 | 13,1 | 7,1  | 8,5 | 8,8 |
| 6W   | 8             | 12,5 | 10,7 | 14,2 | 8,9     | 12,0 | 13,4 | 7,1  | 8,6 | 8,8 |
| 6W   | 10            | 11,8 | 11,5 | 14,7 | 9,0     | 12,2 | 13,8 | 7,1  | 8,7 | 8,8 |
| 7W   | 10            | 11,5 | 11,2 | 14,5 | 8,9     | 12,0 | 13,5 | 7,1  | 8,6 | 8,8 |
| 7W   | 12            | 11,9 | 11,6 | 14,9 | 9,1     | 12,2 | 13,9 | 7,1  | 8,7 | 8,9 |
| 7W   | 14            | 12,7 | 12,3 | 16,1 | 9,4     | 12,6 | 14,8 | 7,1  | 8,7 | 9,0 |
| 8W   | 12            | 11,5 | 11,2 | 14,4 | 8,9     | 12,0 | 13,5 | 7,1  | 8,6 | 8,8 |
| 8W   | 14            | 11,9 | 11,6 | 14,9 | 9,1     | 12,2 | 13,9 | 7,1  | 8,6 | 8,9 |
| 8W   | 16            | 12,6 | 12,2 | 15,8 | 9,4     | 12,6 | 14,6 | 7,1  | 8,8 | 9,0 |
| 8W   | 18            | 14,7 | 13,2 | 18,1 | 10,3    | 13,1 | 16,5 | 7,1  | 8,3 | 9,2 |

Tabla 23. Radio efectos letales del proyectil rompedor. Fuente: elaboración propia.

2. Error probable longitudinal correspondiente a cada carga y distancia, que se utilizará como radio del círculo (epc) para el cálculo de la probabilidad de error circular, CEP, en este caso CE90. Véase Tabla 24 (las distancias mostradas son hipotéticas al tratarse de información clasificada).

| CARGA   | 3W | 4W | 4W | 5W | 5W | 5W | 6W | 6W | 6W | 7W | 7W | 7W | 8W | 8W | 8W | 8W |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| DISTANCIA<br>(km)                                 | 6  | 6  | 8  | 6  | 8  | 10 | 6  | 8  | 10 | 10 | 12 | 14 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| ERROR<br>PROBABLE<br>L. (m) ( $\sigma$ =<br>CE50) | 48 | 24 | 34 | 21 | 26 | 33 | 19 | 23 | 27 | 25 | 30 | 34 | 37 | 42 | 47 | 54 |
| RADIO<br>CIRCULO<br>(CE90) (m) <sup>38</sup>      | 79 | 39 | 56 | 35 | 43 | 54 | 31 | 38 | 44 | 41 | 49 | 56 | 61 | 69 | 77 | 89 |

Tabla 24. Radio del círculo de dispersión del proyectil rompedor. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestra el cálculo seguido para la obtención del CE90 de la tabla anterior. La dispersión sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$ , donde  $\mu=0$  y  $\sigma$  dependerá de cada carga y distancia. En este caso,  $\sigma=\text{epc}$ .<sup>39</sup>

Utilizando la tabla de distribución de una variable aleatoria Normal  $N(0, 1)$ , véase Ilustración 21, en la que  $P(Z \geq z\alpha) = \alpha$  (véase Ilustración 27).

<sup>38</sup> Teniendo en cuenta que la dispersión sigue un modelo normal de distribución, se calcula el radio para que el 90% de los proyectiles caigan dentro del área circular correspondiente a dicho radio.

<sup>39</sup> El epc será el correspondiente a cada carga y distancia, recogido en la Tabla 21.

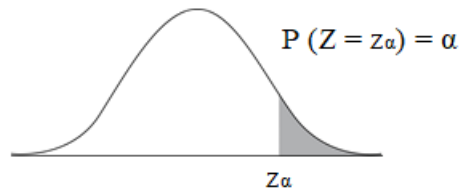


Ilustración 27. Distrib. de una variable aleatoria Normal  $N(0, 1)$ . Fuente: elaboración propia.

1.  $P(Z \geq z_\alpha) = 0,05 \rightarrow Z = 1,6448$
2.  $Z = \frac{x-\mu}{\sigma}$  ( $x=CE90$ ,  $\mu = 0$ ;  $\sigma = epl$  de cada carga y distancia)  $\rightarrow x = Z\sigma$

Como se vio en el apartado 3.1 de la memoria, para calcular el CER del HE se necesita calcular:

- el error de localización del blanco (TLE). En nuestro caso  $TLE=0$ . (no se contempla error en la localización del blanco).
- La probabilidad de error circular (CEP): utilizaremos el CE90.

De los dos anteriores, calculamos el error total 90 (TE90), donde:

$$TE90 = \sqrt{(CE90)^2 + (TLE90)^2} = CE90$$

Teniendo en cuenta este último error y el WCER:

$$CER = TE90 + WCER$$

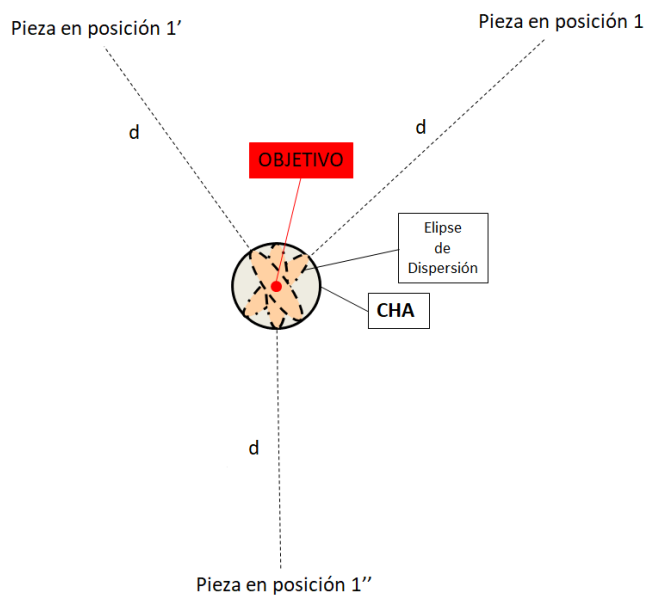
Por lo tanto, combinando los datos de las Tablas 23 y 24, un ejemplo de CER sobre un objetivo con personal al descubierto con distinto grado de protección (en pie, tumbado y en pozo de tirador) es el de la Tabla 25:

| CARGA | DISTANCIA<br>(km) | PIE |     |     | TUMBADO |     |     | POZO |    |    |
|-------|-------------------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|------|----|----|
|       |                   | PI  | MT  | VT  | PI      | MT  | VT  | PI   | MT | VT |
| 3W    | 6                 | 91  | 90  | 94  | 88      | 91  | 93  | 86   | 88 | 88 |
| 4W    | 6                 | 51  | 51  | 54  | 48      | 51  | 53  | 47   | 48 | 49 |
| 4W    | 8                 | 68  | 68  | 71  | 65      | 68  | 70  | 63   | 65 | 65 |
| 5W    | 6                 | 46  | 46  | 48  | 43      | 43  | 43  | 42   | 43 | 43 |
| 5W    | 8                 | 54  | 54  | 57  | 52      | 55  | 56  | 50   | 51 | 52 |
| 5W    | 10                | 67  | 67  | 70  | 64      | 67  | 69  | 61   | 63 | 63 |
| 6W    | 6                 | 42  | 42  | 45  | 40      | 43  | 44  | 38   | 40 | 40 |
| 6W    | 8                 | 50  | 49  | 52  | 47      | 50  | 51  | 45   | 46 | 47 |
| 6W    | 10                | 56  | 56  | 59  | 53      | 57  | 58  | 52   | 53 | 53 |
| 7W    | 10                | 53  | 52  | 56  | 50      | 53  | 55  | 48   | 50 | 50 |
| 7W    | 12                | 61  | 61  | 64  | 58      | 62  | 63  | 56   | 58 | 58 |
| 7W    | 14                | 69  | 68  | 72  | 65      | 69  | 71  | 63   | 65 | 65 |
| 8W    | 12                | 72  | 72  | 75  | 70      | 73  | 74  | 68   | 69 | 70 |
| 8W    | 14                | 81  | 81  | 84  | 78      | 81  | 83  | 76   | 78 | 78 |
| 8W    | 16                | 90  | 90  | 93  | 87      | 90  | 92  | 84   | 86 | 86 |
| 8W    | 18                | 103 | 102 | 107 | 99      | 102 | 105 | 96   | 97 | 98 |

Tabla 25. CER para el proyectil rompedor M107 (m). Fuente: elaboración propia.

Retomando la idea de la elipse de dispersión en el tiro de artillería, en la que el ept es despreciable respecto al epl, en la Ilustración 28 se puede comprobar como para una misma pieza y proyectil, en las mismas condiciones de tiro y la misma distancia al objetivo,  $d$ , pero desde

direcciones de tiro diferentes, la elipse de dispersión queda inscrita dentro del CHA (el CER toma como radio el epl).



*Ilustración 28. Relación CHA vs elipse de dispersión. Fuente: elaboración propia.*

## ANEXO C: CÁLCULO DE ESTIMACIÓN DE BAJAS

Para el cálculo de estimación de bajas del nivel 5 de CDE se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar los CO que se ven afectados por el CER correspondiente (CC).
2. Determinar el cometido de cada CC (afecta directamente a la densidad poblacional).
3. Estimar la fracción afectada de cada CC usando el CER correspondiente. (redondear al 5% más cercano y convertirlo a decimal).
4. Calcular la superficie cuadrada afectada multiplicando los metros cuadrados por la fracción decimal afectada.
5. Calcular la densidad poblacional durante el día, la noche y en los periodos episódicos<sup>40</sup>. Los valores de la tabla de densidad poblacional representarán el personal por 100 m<sup>2</sup>.
6. Los jefes deben hacer uso de la Inteligencia, patrones de vida<sup>41</sup> o de la valoración sobre el terreno para determinar la densidad poblacional. lo que se considere más apropiado.
7. Determinar el factor de bajas (CF) apropiado. Hay dos factores: 1.0 y 0.25.
  - A un CO, que está fuera del CER, siempre se le asigna el CF de 1.0.
  - A un CC, que está dentro del CER, se le asigna 1.0 o 0.25 dependiendo su la relación con el anillo interior o exterior.
  - El anillo interior o exterior del CDE 5 se forma dividiendo el valor del CER aplicado entre dos (véase Ilustración 29).
    - i. El anillo exterior se extiende desde el valor medio del CER hasta el borde exterior (CF = 0,25).
    - ii. El anillo interior queda definido hasta el valor medio del CER (CF = 1).
  - Los blancos de doble uso siempre son asignados con un CF de 1.0.

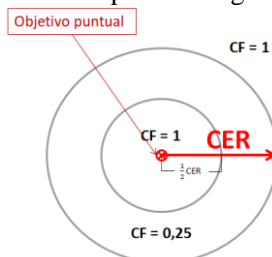


Ilustración 29. Factor de Bajas. Fuente: elaboración propia.

8. Calcular una estimación de bajas para cada CC afectado en cada periodo de tiempo:

$$\text{Estimación de bajas (CE)} = (\text{metros cuadrados afectados}/100) \times (\text{densidad de población}) \times (\text{factor de bajas})$$

9. Sumar cada estimación de bajas de cada CC para determinar el subtotal de CE.
10. Añadir los escudos humanos para cada periodo de tiempo.
11. Redondear al siguiente número entero para cada periodo de tiempo. El total es la estimación de bajas totales para el blanco.
12. Comparar cada estimación de bajas con el NCV para determinar si es nivel bajo o alto.
13. Añadir el informe de restricciones de la hora del ataque y/o los requisitos de análisis adicionales al final de la petición como corresponda.

<sup>40</sup> Momento puntual del día o de la noche, en el que se realiza una actividad que congrega un número de personas significativo.

<sup>41</sup> El Derecho Internacional de los Conflictos Armados dicta que solo los blancos militares pueden ser atacados. El patrón de vida asegura que ningún no-combatiente se encuentre en la zona colateral en el momento de llevar a cabo la acción militar. Debe mantenerse antes y durante el ataque mediante observación visual, por imágenes, electro-óptica, medida electrónicas, acústicas u otras.



## ANEXO D: CASOS PRÁCTICOS DE APLICACIÓN DE LA GCDC

### Caso 1º:

La Brigada ha localizado a un traficante de armas en el patio trasero de una casa, al que le hacía seguimiento tiempo atrás, durante una misión por medio de RPAS.

Los analistas de blancos y el analista de CDE comienzan a calcular:

Nivel 1 de CDE:

- Hay confirmación de PID mediante RPAS y OAV.
- Se realiza el esquema del blanco. Véanse Ilustraciones 30-35.



Ilustración 30. Visión gráfica aérea del RPAS caso 1º. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 31. Visión aérea real RPAS del blanco y los CO caso 1º. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 32. Visión aérea real RPAS del blanco caso 1. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 33. Imagen CO1 caso 1. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 34. Visión aérea RPAS CO2 caso 1º. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 35. Visión aérea RPAS CO3 caso 1º. Fuente: elaboración propia.

- Se confirma que el ataque está autorizado por las ROE.
- Se confirma que no es un blanco de doble uso.
- Se crea el CHA. Véase Ilustración 36.



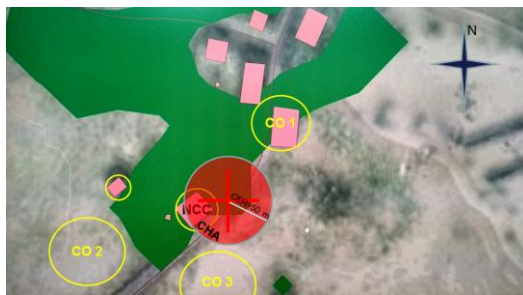


Ilustración 36. Creación del CHA caso 1°. Fuente: elaboración propia.

Para la creación del CHA, se ha tenido que realizar previamente el análisis de weaponeering, en el cual se concluye lo siguiente:

- Munición HE M-107.
  - CER = 50 m.
  - Un disparo de Sección ATP M-109 (SSBM).
  - Fuego haz convergente (un solo disparo).
  - Espoleta PI.
- Se identifica la presencia CO (NCC) dentro del CHA, lo que indica que la calificación de este nivel es alta, lo que conduce a un análisis del nivel 2 o 3 de CDE.

Nivel 2 de CDE:

- Como la Brigada no dispone de PGM, se pasa al nivel 3 de CDE.

Nivel 3 de CDE:

- Al medir la distancia del punto de impacto al CO más cercano (NCC) se comprueba que no está a distancia suficiente de separación (350 m.) para autorizar la acción militar en este nivel. La calificación es alta, por lo tanto se pasa al nivel 4 de CDE.

Nivel 4 de CDE:

- Se analiza la estructura de la instalación que se ve afectada por el CER del HE M-107.
- El analista de weaponeering toma la decisión de desplazar el punto de impacto y utilizar una espoleta a tiempos para que el proyectil se entierre en el suelo antes de explotar como medida de mitigación (reduce el CER a 35 m.), con lo que el esquema del blanco queda de la siguiente forma (véase Ilustración 37).



Ilustración 37. Esquema caso 1° nivel 4 de CDE. Fuente: elaboración propia.

- Se confirma el nivel 4 de CDE bajo, la TEA de este nivel está acreditada para autorizar la acción militar sobre el blanco.

## Caso 2º:

La Brigada acaba de confirmar la presencia de varios líderes insurgentes congregados en una casa al Oeste del pueblo X. Han sido visionados por medio de un RPAS que llevaba varias semanas sobrevolando la zona en busca de posibles movimientos insurgentes.

Los analistas de blancos y analistas de CDE comienzan con la CDM:

Nivel 1 de CDE:

- Hay confirmación de PID mediante RPAS.
- Se realiza el esquema del blanco. Véanse Ilustraciones 38-42.



Ilustración 38. Visión gráfica caso 2º mediante RPAS. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 39. Visión aérea real RPAS caso 2º con visión de los CO. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 40. Visión aérea real RPAS caso 2º con visión de los CO. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 41. Visión aérea real RPAS caso 2º con visión de los CO. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 42. Visión aérea real RPAS caso 2º. Visión del CO2 y CO3. Fuente: elaboración propia.

- Se confirma que el ataque está amparado por las ROE.
- Se confirma que no es una instalación de doble uso.
- Se calcula el CHA teniendo en cuenta el siguiente estudio de weaponeering:
  - o Munición HE M-107
  - o CER= 50 m.
  - o Un disparo de Sección ATP M-109 (SSBM).
  - o Espoleta PI. Véase Ilustración 43.

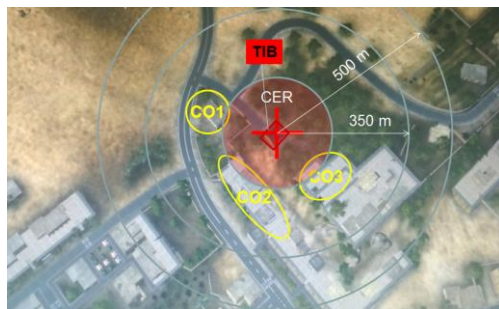


Ilustración 43. Esquema caso 2°. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, hay CO dentro del CHA. Por lo tanto, se pasa al estudio del nivel 2 de CDE.

Si se tienen en cuenta las distancias necesarias para que un blanco sea calificado con nivel 2 o 3 de CDE, se puede comprobar que no se cumplen.

- 500 m del punto de impacto al NCC para el nivel 2.
- 350 m del punto de impacto al NCC para el nivel 3.

Por consiguiente, se pasa al nivel 4 de CDE:

- Munición: PGM (proyectil rompedor con PGK M 1156)
- Un disparo de pieza SIAC.
- Espoleta con retardo para que la munición penetre en la casa (mitigación de daños).
- CER = 20 m. Véase Ilustración 44.



Ilustración 44. Esquema de nivel 4 de CDE caso 2°. Fuente: elaboración propia.

Se confirma presencia de escudos humanos dentro del blanco, por consiguiente la calificación obtenida es nivel 4 de CDE alto. Hay que pasar al siguiente nivel.

Además, se alerta de que no hay PGM disponible para su uso. Se determina realizar un estudio del nivel 5 de CDE con SSBM.

Nivel 5 de CDE:

- El esquema del blanco es el siguiente. Véase Ilustración 45.

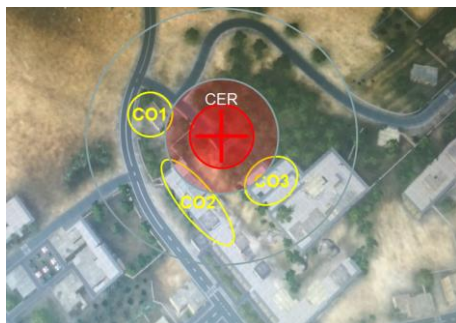


Ilustración 45. Esquema blanco caso 2°, nivel 5 de CDE. Fuente: elaboración propia.

El análisis de weaponeering es el siguiente:

- Munición HE M-107.
- CER= 50 m.
- Un disparo de Sección ATP M-109 (SSBM) (3 disparos, fuego haz convergente)
- Espoleta PI con retardo para que el proyectil penetre en la casa.

A continuación se procede al cálculo de estimación de bajas en la Tabla 26.

| Riesgos colaterales |      |           |           |           |                      |                     |                          | Densidad de población estimada |       |           | CF<br>(1 or<br>0.25) | Estimación de bajas (CE) |       |           |
|---------------------|------|-----------|-----------|-----------|----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|-------|-----------|----------------------|--------------------------|-------|-----------|
| Instalación         | ID # | Largo (m) | Ancho (m) | Plantas # | m <sup>2</sup> Total | Porcentaje afectado | m <sup>2</sup> afectados | Día                            | Noche | Episódico |                      | Día                      | Noche | Episódico |
| Edificio            | 1    | 15 m      | 5 m       | 2         | 150                  | 0.05                | 7.5                      | 5                              | 8     | 5         | 0.25                 | 1                        | 1     | 1         |
| Casa                | 2    | 5         | 4         | 1         | 20                   | 0.50                | 10                       | 3                              | 4     | 0         | 0.25                 | 1                        | 1     | 0         |
| Casa                | 2    | 5         | 4         | 1         | 20                   | 0.50                | 10                       | 3                              | 4     | 0         | 0.25                 | 1                        | 1     | 0         |
| Casa                | 2    | 5         | 4         | 1         | 20                   | 0.50                | 10                       | 3                              | 4     | 0         | 0.25                 | 1                        | 1     | 0         |
| Centro comercial    | 3    | 20        | 30        | 3         | 600                  | 0.10                | 60                       | 10                             | 0     | 70        | 0.25                 | 2                        | 0     | 11        |
|                     |      |           |           |           |                      |                     |                          | Escudos humanos                |       |           |                      | 3                        | 3     | 3         |
|                     |      |           |           |           |                      |                     |                          | Estimación de bajas (CE)       |       |           |                      | 5                        | 3     | 14        |
|                     |      |           |           |           |                      |                     |                          | TOTAL Estimación de bajas (CE) |       |           |                      | 8                        | 6     | 17        |

Tabla 26. Ficha de estimación de bajas para caso 2°. Fuente: elaboración propia.

El siguiente paso es comparar la estimación de bajas totales con el límite de bajas asumibles:

Si se estima que el NCV= 8;

- $CE (6) \leq NCV (8)$

Por lo tanto, la calificación del blanco es de nivel 5 de CDE bajo. El ataque debe hacerse por la noche, cuando el número de bajas es menor. La TEA autorizada para este nivel está acreditada para autorizar el ataque al blanco.






## ANEXO E: ANÁLISIS DE RPAS CLASE I (LIGEROS)

A continuación, se realizará un estudio comparativo de los RPAS TUCAN y ATLANTIC, de reciente adquisición por el ET<sup>42</sup>, respecto a los RPAS presentes en los diferentes ejércitos recogidos en 2014 por la “Revista de Defensa y Seguridad en España y Latinoamérica” perteneciente a la web [www.infodefensa.com](http://www.infodefensa.com)<sup>43</sup>.

El estudio se realizará mediante una técnica de AMCD adaptada, con la que se clasificarán de forma objetiva los distintos RPAS y en la que se han llevado a cabo las siguientes fases:






1. **Elección de las opciones de decisión (alternativas):** son los RPAS TUCAN y ATLANTIC, más los que a continuación se presentan:

| RPAS  | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                        |
|---|-----------------|------------------------|----------------------|-----------|------------------|------------------------|
|    | Nombre          | Aerolight              | Autonomía máxima     | 4 h       | Potencia:        | 8 hp                   |
|   | Fabricante      | Aeronautics            | Techo de vuelo:      | 10.000 ft | Lanzamiento:     | Pista / Catapulta      |
|   | País            | Estados Unidos, Israel | Velocidad máxima:    | 100 kts   | Recuperación :   | Pista / Parafoil       |
|   |                 |                        | Velocidad de crucero | -         |                  |                        |
|   |                 |                        | Velocidad mínima     | 50 kts    |                  |                        |
|   |                 |                        | Alcance              | 150 km    |                  |                        |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                        |
|   | Nombre          | Aerosonde MK 4.7       | Autonomía máxima     | 24 h      | Potencia:        | -                      |
|   | Fabricante      | AAI                    | Techo de vuelo       | 15.000 ft | Lanzamiento:     | Manual o catapulta     |
|   | País            | Estados Unidos         | Velocidad máxima     | 80 kts    | Recuperación :   | Aterrizaje sobre panza |
|   |                 |                        | Velocidad de crucero | 50-60 kts |                  |                        |
|   |                 |                        | Velocidad mínima     | -         |                  |                        |
|   |                 |                        | Alcance              | -         |                  |                        |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                        |
|  | Nombre:         | Albhatros              | Autonomía máxima:    | 8 h       | Potencia:        | 8,5 hp                 |
|   | Fabricante      | INDRA                  | Techo de vuelo       | 10.000 ft | Lanzamiento:     | Pista                  |
|   | País:           | España                 | Velocidad máxima     | 95 kts    | Recuperación :   | Pista                  |
|   |                 |                        | Velocidad de crucero | 50 kts    |                  |                        |
|   |                 |                        | Velocidad mínima     | 35 kts    |                  |                        |
|   |                 |                        | Alcance              | 70-100 km |                  |                        |

<sup>42</sup> Información obtenida de diferentes medios informativos.





<sup>43</sup> Medio informativo editado en Madrid por IDS (Information & Design Solutions, S.L.), empresa fundada en 1999 con el objetivo de ser un referente profesional en España y Latinoamérica de comunicación e información especializada para los mercados de Defensa, Seguridad y Aeroespacial.

| RPAS  | DATOS GENERALES |                             | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|---|-----------------|-----------------------------|----------------------|-----------|------------------|--------------------|
|    | Nombre          | ALO                         | Autonomía máxima     | 3-4 h     | Potencia         | 16,5 hp            |
|   | Fabricante      | INTA                        | Techo de vuelo       | 14.000 ft | Lanzamiento      | Pista / Catapulta  |
|   | País            | España                      | Velocidad máxima     | 97 kts    | Recuperación     | Pista / Paracaídas |
|   |                 |                             | Velocidad de crucero | 62 kts    |                  |                    |
|   |                 |                             | Velocidad mínima     | -         |                  |                    |
|   |                 |                             | Alcance              | 100 km    |                  |                    |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                             | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|    | Nombre:         | E-500                       | Autonomía máxima     | 6 h       | Potencia:        | -                  |
|   | Fabricante      | ELIMCO                      | Techo de vuelo       | -         | Lanzamiento:     | Pista              |
|   | País:           | España                      | Velocidad máxima     | 50 kts    | Recuperación:    | -                  |
|   | Nombre          | E-500                       | Velocidad de crucero | -         |                  |                    |
|   |                 |                             | Velocidad mínima     | -         |                  |                    |
|   |                 |                             | Alcance              | 300 km    |                  |                    |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                             | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|   | Nombre:         | G-1 Guerrero                | Autonomía máxima     | 4-6 h     | Potencia:        | -                  |
|   | Fabricante:     | Hydra Technologies          | Techo de vuelo       | 12.000 ft | Lanzamiento:     | Pista              |
|   | País:           | México                      | Velocidad máxima     | 70 kts    | Recuperación:    | Pista              |
|   |                 |                             | Velocidad de crucero | -         |                  |                    |
|   |                 |                             | Velocidad mínima     | 30 kts    |                  |                    |
|   |                 |                             | Alcance              | 40 km     |                  |                    |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                             | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|  | Nombre:         | Hermes 90                   | Autonomía máxima:    | 18 h      | Potencia         | 15 hp              |
|   | Fabricante:     | Elbit Systems               | Techo de vuelo       | 4.600 m   | Lanzamiento      | Pista / Catapulta  |
|   | País:           | Israel                      | Velocidad máxim:     | 95 kts    | Recuperación     | Pista / Patines    |
|   |                 |                             | Velocidad de crucero | 50 kts    |                  |                    |
|   |                 |                             | Velocidad mínima     | -         |                  |                    |
|   |                 |                             | Alcance              | 100 km    |                  |                    |
|  | Nombre          | I-View Mk 50                | Autonomía máxima     | 6 h       | Potencia         | -                  |
|   | Fabricante      | Israel Aerospace Industries | Techo de vuelo       | 4600 m    | Lanzamiento      | Pista/ Catapulta   |
|   | País            | Israel                      | Velocidad máxima     | -         | Recuperación     | Pista/Parafoil     |
|   | Nombre          | I-View Mk 50                | Velocidad de crucero | -         |                  |                    |
|   |                 |                             | Velocidad mínima     | -         |                  |                    |
|   |                 |                             | Alcance              | 50 km     |                  |                    |

| RPAS   | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES          |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|--|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------|------------------|--------------------|
|  <p>ESPECIFICAÇÕES</p> <p>ENVERGADURA: 8m</p> <p>COMPRIMENTO: 2,4m</p> <p>VELOCIDADE: 80-100km/h</p> <p>OCUPAÇÃO: CATAPULTA, TETO DE CATAPULTA</p> <p>RECUPERAÇÃO: AUTOMÁTICA, PARACAÍDAS</p> <p>TIPO DE CPO: 12h</p> <p>CARGA ÚTIL: 10kg</p> | Nombre          | Commando               | Autonomía máxima      | 12 h      | Potencia         | -                  |
|  | Fabricante      | Alpha Unmanned Systems | Techo de vuelo        | -         | Lanzamiento      | Catapulta          |
|  | País            | España                 | Velocidad máxima      | 55 kts    | Recuperación     | Pista / Paracaídas |
|  |                 |                        | Velocidad de crucero  | -         |                  |                    |
|  |                 |                        | Velocidad mínima      | 33 kts    |                  |                    |
|  |                 |                        | Alcance               | 140 km    |                  |                    |
| RPAS   | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES          |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|   | Nombre:         | EJ1B “Mozart”          | Autonomía máxima:     | 5 h       | Potencia:        | -                  |
|  | Fabricante:     | Efigenia aerospace     | Techo de vuelo        | 10.000 ft | Lanzamiento:     | Pista              |
|  | País:           | Colombia               | Velocidad máxima      | 81 kts    | Recuperación:    | Pista              |
|  |                 |                        | Velocidad de crucero  | 50 kts    |                  |                    |
|  |                 |                        | Velocidad mínima      | 40 kts    |                  |                    |
|  |                 |                        | Alcance               | -         |                  |                    |
| RPAS   | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES          |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|    | Nombre          | K-130                  | Autonomía máxima      | 20 h      | Potencia:        | -                  |
|  | Fabricante      | Unmanned Solutions     | Techo de vuelo        | 21.000 ft | Lanzamiento:     | Pista              |
|  | País            | España                 | Velocidad máxima      | 118 kts   | Recuperación:    | Pista              |
|  |                 |                        | Velocidad de crucero  | 81 kts    |                  |                    |
|  |                 |                        | Velocidad mínima      | 68 kts    |                  |                    |
|  |                 |                        | Alcance               | -         |                  |                    |
| RPAS   | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES          |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|   | Nombre:         | K-150                  | Autonomía máxima      | 18 h      | Potencia:        | -                  |
|  | Fabricante:     | Unmanned Solutions     | Techo de vuelo        | 19.675 ft | Lanzamiento:     | Pista              |
|  | País:           | España                 | Velocidad máxima:     | 112 kts   | Recuperación:    | Pista              |
|  |                 |                        | Velocidad de crucero: | 75 kts    |                  |                    |
|  |                 |                        | Velocidad mínima      | 56 kts    |                  |                    |
|  |                 |                        | Alcance               | -         |                  |                    |
| RPAS   | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES          |           | CARACT. TÉCNICAS |                    |
|   | Nombre:         | LIPAN M3               | Autonomía máxima      | 5 h       | Potencia:        | -                  |
|  | Fabricante:     | Ejército Argentino     | Techo de vuelo        | 6.000 ft  | Lanzamiento:     | Pista              |
|  | País:           | Argentina              | Velocidad máxima      | 100 kts   | Recuperación:    | Pista              |
|  |                 |                        | Velocidad de crucero: | -         |                  |                    |
|  |                 |                        | Velocidad mínima      | -         |                  |                    |
|  |                 |                        | Alcance               | 40 km     |                  |                    |

| RPAS  | DATOS GENERALES |                      | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                          |
|---|-----------------|----------------------|----------------------|-----------|------------------|--------------------------|
|    | Nombre          | Luna                 | Autonomía máxima     | 5 h       | Potencia         | 7 hp                     |
|   | Fabricante      | EMT                  | Techo de vuelo       | 15.000 ft | Lanzamiento      | Catapulta (Gomas)        |
|   | País            | Alemania             | Velocidad máxima     | 75 kts    | Recuperación     | Red / Paracaídas         |
|   |                 |                      | Velocidad de crucero | 37 kts    |                  |                          |
|   |                 |                      | Velocidad mínima     | 18 kts    |                  |                          |
|   |                 |                      | Alcance              | 100 km    |                  |                          |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                      | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                          |
|    | Nombre          | Scaneagle            | Autonomía máxima:    | 24 h      | Potencia         | 1,5 Hp                   |
|   | Fabricante      | Insitu               | Techo de vuelo       | 19.500 ft | Lanzamiento      | Catapulta                |
|   | País            | Estados Unidos       | Velocidad máxima     | 80 kts    | Recuperación     | Skyhood (Gancho sin red) |
|   |                 |                      | Velocidad de crucero | 50-60 kts |                  |                          |
|   |                 |                      | Velocidad mínima     | -         |                  |                          |
|   |                 |                      | Alcance              | 100 km    |                  |                          |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                      | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                          |
|   | Nombre          | Skylark II           | Autonomía máxima     | 4 h       | Potencia         | -                        |
|   | Fabricante      | Elbit Systems        | Techo de vuelo       | 15.000 ft | Lanzamiento      | Catapulta                |
|   | País            | Israel               | Velocidad máxima     | -         | Recuperación     | Paracaídas               |
|   |                 |                      | Velocidad de crucero | 40-60 kts |                  |                          |
|   |                 |                      | Velocidad mínima     | -         |                  |                          |
|   |                 |                      | Alcance              | 60 km     |                  |                          |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                      | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                          |
|  | Nombre          | Spotter / Fulmar     | Autonomía máxima     | 8 h       | Potencia         | 2 hp                     |
|   | Fabricante      | Thales / Aerovisión  | Techo de vuelo       | 10.000 ft | Lanzamiento      | Catapulta (Gomas)        |
|   | País            | España               | Velocidad máxima     | 80 kts    | Recuperación     | Red                      |
|   |                 |                      | Velocidad de crucero | 55 kts    |                  |                          |
|   |                 |                      | Velocidad mínima     | 30 kts    |                  |                          |
|   |                 |                      | Alcance              | 50 km     |                  |                          |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                      | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |                          |
|  | Nombre          | Strix                | Autonomía máxima:    | 8 h       | Potencia         | 10 HP                    |
|   | Fabricante      | Aerodreams Argentina | Techo de vuelo       | 12.000 ft | Lanzamiento      | Pista                    |
|   | País            | Argentina            | Velocidad máxima     | 77 kts    | Recuperación     | Pista                    |
|   |                 |                      | Velocidad de crucero | -         |                  |                          |
|   |                 |                      | Velocidad mínima     | 36 kts    |                  |                          |
|   |                 |                      | Alcance              | 80 km     |                  |                          |



| RPAS  | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |          |
|---|-----------------|------------------------|----------------------|-----------|------------------|----------|
|    | Nombre          | Goldeneye 80           | Autonomía máxima     | 8 h       | Potencia         | -        |
|   | Fabricante      | Aurora Flight Sciences | Techo de vuelo       | 10.000 ft | Lanzamiento      | Vertical |
|   | País            | Estados Unidos         | Velocidad máxima     | 139 kts   | Recuperación     | Vertical |
|   |                 |                        | Velocidad de crucero | 60 kts    |                  |          |
|   |                 |                        | Velocidad mínima     | -         |                  |          |
|   |                 |                        | Alcance              | 333 km    |                  |          |
|   |                 |                        |                      |           |                  |          |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |          |
|    | Nombre          | Sniper XL              | Autonomía máxima     | 1 h       | Potencia         | -        |
|   | Fabricante      | Alpha Unmanned Systems | Techo de vuelo       | 8.000 ft  | Lanzamiento      | Vertical |
|   | País            | España                 | Velocidad máxima     | -         | Recuperación     | Vertical |
|   |                 |                        | Velocidad de crucero | 20 kts    |                  |          |
|   |                 |                        | Velocidad mínima     | -         |                  |          |
|   |                 |                        | Alcance              | 25 km     |                  |          |
|   |                 |                        |                      |           |                  |          |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |          |
|   | Nombre          | Yará                   | Autonomía máxima     | 6 h       | Potencia         | 8 HP     |
|   | Fabricante      | Nostromo               | Techo de vuelo       | 9.840 ft  | Lanzamiento      | Pista    |
|   | País            | Argentina              | Velocidad máxima     | 80 kts    | Recuperación     | Pista    |
|   |                 |                        | Velocidad de crucero | 60 kts    |                  |          |
|   |                 |                        | Velocidad mínima     | 25 kts    |                  |          |
|   |                 |                        | Alcance              | 50 km     |                  |          |
|   |                 |                        |                      |           |                  |          |
| RPAS  | DATOS GENERALES |                        | PERFORMANCES         |           | CARACT. TÉCNICAS |          |
|  | Nombre          | FS-01 Watchdog         | Autonomía máxima     | -         | Potencia         | -        |
|   | Fabricante      | Flight Solutions       | Techo de vuelo       | 20.000 ft | Lanzamiento      | Pista    |
|   | País            | Brasil                 | Velocidad máxima     | 103 kts   | Recuperación     | Pista    |
|   |                 |                        | Velocidad de crucero | -         |                  |          |
|   |                 |                        | Velocidad mínima     | -         |                  |          |
|   |                 |                        | Alcance              | 70 km     |                  |          |
|   |                 |                        |                      |           |                  |          |

- Elección de los criterios de evaluación:** características que el autor del TFG, en colaboración con personal de la compañía de Inteligencia, considera de más importancia para el empleo del UAV, tras haber hecho un análisis de toda la información recabada.
- Ponderación de los criterios (peso):** hace referencia a la importancia que posee cada criterio respecto a los demás. Su cálculo se ha determinado mediante el asesoramiento de personal operador del sistema mini UAV RAVEN RQ 11B de la compañía de Inteligencia junto con las conclusiones obtenidas tras el estudio de la información recabada al respecto.
- Estandarización de las medidas:** como cada criterio tiene unidades de medida distintas, es necesario transformar las mediciones para que puedan compararse entre sí. Se ha utilizado un rango entre 1 y el valor del peso del criterio a estandarizar, de tal forma que el valor máximo lo establecerá el sistema que mejor puntuación tenga en ese criterio, ponderándose los demás valores del resto de sistemas respecto al mejor. Tómese el siguiente ejemplo (caso no vinculante, hipotético):

A mayor capacidad de alcance en las comunicaciones, mejor para el sistema. Por consiguiente: el mayor alcance contemplado en las tablas tiene un valor de 300 km. Si otro sistema tiene 80 km de alcance, ¿Qué valor tienen ambas medidas una vez estandarizadas? Si el peso del criterio “alcance” es 10:

Alcance sistema “x”: 300 km, valor estandarización sistema “x”: 10

Alcance sistema “y”: 80 km, valor estandarización sistema “y”:  $\frac{80}{300} \times 10 = 2,67$

Si algún sistema carece de valor en algún criterio en particular, tomará el valor del sistema que tenga la puntuación menos favorable en dicho criterio. En el caso del criterio Lanzamiento/Recuperación, se asignará con el valor 1 a los sistemas que se puedan poner en vuelo mediante lanzamiento manual o catapulta, y con el valor 0 a los sistemas que necesiten pista. De esta forma se penalizará a los sistemas que requieren más la huella logística.

- 5. Determinación del orden de las opciones:** la alternativa mejor considerada será la que obtenga un resultado mayor al resto. Siendo el valor total la suma de la estandarización de cada criterio.

Así pues, cada criterio hace referencia a lo siguiente:

1. *Autonomía máxima:* tiempo máximo (horas) que es capaz el sistema de estar en vuelo.
2. *Techo de vuelo:* altura máxima (metros) a la que es capaz de subir el sistema.
3. *Velocidad máxima:* velocidad máxima (km/h) a la que es capaz de volar el sistema.
4. *Velocidad de crucero:* velocidad constante (km/h) a la que es capaz de volar el sistema.
5. *Alcance:* distancia máxima a (metros) la que es capaz de mandar información el sistema.
6. *Potencia:* potencia máxima (kw) que es capaz de desarrollar el motor del sistema.
7. *Sistema de lanzamiento/recuperación:* medios necesarios para poner el sistema en vuelo y recuperarlo.

A continuación, se presentan las tablas de cálculo correspondientes al AMCD teniendo en cuenta los criterios y procedimientos anteriormente descritos:



|                                   |          | ALTERNATIVAS       |                 |                  |                 |           |                 |        |                 |
|-----------------------------------|----------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|--------|-----------------|
|                                   |          | AEROLIGHT          |                 | AEROSONDE MK 4.7 |                 | ALBHATROS |                 | ALO    |                 |
| Criterio                          | Peso (%) | Medida             | Estandarización | Medida           | Estandarización | Medida    | Estandarización | Medida | Estandarización |
| Autonomía máxima                  | 10       | 4,0                | 1,7             | 24,0             | 10,0            | 8,0       | 3,3             | 4,0    | 1,7             |
| Techo de vuelo                    | 15       | 3048,0             | 7,1             | 4572,0           | 10,7            | 3048,0    | 7,1             | 4267,2 | 10,0            |
| Velocidad máxima                  | 12,5     | 185,2              | 9,0             | 148,2            | 7,2             | 175,9     | 8,5             | 179,6  | 8,7             |
| Velocidad crucero                 | 15       | 37,0 <sup>44</sup> | 3,7             | 111,1            | 11,1            | 92,6      | 9,3             | 114,8  | 11,5            |
| Alcance                           | 17,5     | 150,0              | 7,9             | 25,0             | 1,3             | 100,0     | 5,3             | 100,0  | 5,3             |
| Potencia                          | 17,5     | 6,0                | 8,5             | 1,2              | 1,7             | 6,3       | 9,0             | 12,3   | 17,5            |
| Sistema Lanzamiento/ Recuperación | 12,5     | 1,0                | 12,5            | 1,0              | 12,5            | 0,0       | 0,0             | 1,0    | 12,5            |
| TOTAL                             | 100      |                    | 50,4            |                  | 54,5            |           | 42,6            |        | 67,1            |

|                                   |          | ALTERNATIVAS |                 |          |                 |        |                 |              |                 |
|-----------------------------------|----------|--------------|-----------------|----------|-----------------|--------|-----------------|--------------|-----------------|
|                                   |          | TUCAN        |                 | ATLANTIC |                 | E-500  |                 | G-1 GUERRERO |                 |
| Criterio                          | Peso (%) | Medida       | Estandarización | Medida   | Estandarización | Medida | Estandarización | Medida       | Estandarización |
| Autonomía máxima                  | 10       | 1,5          | 0,625           | 8,0      | 3,3             | 6,0    | 2,5             | 6,0          | 2,5             |
| Techo de vuelo                    | 15       | 2500         | 5,859375        | 3000,0   | 7,0             | 1828,0 | 4,3             | 3657,6       | 8,6             |
| Velocidad máxima                  | 12,5     | 90           | 4,3702898       | 185,0    | 9,0             | 92,6   | 4,5             | 129,6        | 6,3             |
| Velocidad crucero                 | 15       | 37           | 3,7             | 110,0    | 11,0            | 37,0   | 3,7             | 37,0         | 3,7             |
| Alcance                           | 17,5     | 40           | 2,1021021       | 50,0     | 2,6             | 300,0  | 15,8            | 40,0         | 2,1             |
| Potencia                          | 17,5     | 1,18         | 1,67831599      | 6,7      | 9,6             | 1,2    | 1,7             | 1,2          | 1,7             |
| Sistema Lanzamiento/ Recuperación | 12,5     | 1            | 12,5            | 1,0      | 12,5            | 0,0    | 0,0             | 0,0          | 0,0             |
| TOTAL                             | 100      |              | 30,8            |          | 55,0            |        | 32,4            |              | 24,8            |

<sup>44</sup> Todas las medidas que aparecen en color rojo se deben a que no se han conseguido los valores de las medidas correspondientes para esos criterios en esos RPAS, por lo que se otorga el valor más bajo recogido para ese criterio entre todos los RPAS analizados.

|                                   |          | ALTERNATIVAS |                 |              |                 |          |                 |               |                 |
|-----------------------------------|----------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|---------------|-----------------|
|                                   |          | HERMES 90    |                 | I-VIEW MK 50 |                 | COMMANDO |                 | EJ1B “MOZART” |                 |
| Criterio                          | Peso (%) | Medida       | Estandarización | Medida       | Estandarización | Medida   | Estandarización | Medida        | Estandarización |
| Autonomía máxima                  | 10       | 18,0         | 7,5             | 6,0          | 2,5             | 12,0     | 5,0             | 5,0           | 2,1             |
| Techo de vuelo                    | 15       | 4600,0       | 10,8            | 4600,0       | 10,8            | 1828,0   | 4,3             | 3048,0        | 7,1             |
| Velocidad máxima                  | 12,5     | 175,9        | 8,5             | 90,0         | 4,4             | 101,9    | 4,9             | 150,0         | 7,3             |
| Velocidad crucero                 | 15       | 92,6         | 9,3             | 37,0         | 3,7             | 37,0     | 3,7             | 92,6          | 9,3             |
| Alcance                           | 17,5     | 100,0        | 5,3             | 50,0         | 2,6             | 140,0    | 7,4             | 25,0          | 1,3             |
| Potencia                          | 17,5     | 11,2         | 15,9            | 1,2          | 1,7             | 1,2      | 1,7             | 1,2           | 1,7             |
| Sistema Lanzamiento/ Recuperación | 12,5     | 1,0          | 12,5            | 1,0          | 12,5            | 1,0      | 12,5            | 0,0           | 0,0             |
| TOTAL                             | 100      |              | 69,7            |              | 38,2            |          | 39,5            |               | 28,8            |

|                                   |          | ALTERNATIVAS |                 |        |                 |          |                 |        |                 |
|-----------------------------------|----------|--------------|-----------------|--------|-----------------|----------|-----------------|--------|-----------------|
|                                   |          | K-130        |                 | K-150  |                 | LIPAN M3 |                 | LUNA   |                 |
| Criterio                          | Peso (%) | Medida       | Estandarización | Medida | Estandarización | Medida   | Estandarización | Medida | Estandarización |
| Autonomía máxima                  | 10       | 20,0         | 8,3             | 18,0   | 7,5             | 5,0      | 2,1             | 5,0    | 2,1             |
| Techo de vuelo                    | 15       | 6400,0       | 15,0            | 5997,0 | 14,1            | 1828,0   | 4,3             | 4572,0 | 10,7            |
| Velocidad máxima                  | 12,5     | 218,5        | 10,6            | 207,5  | 10,1            | 185,2    | 9,0             | 138,9  | 6,7             |
| Velocidad crucero                 | 15       | 150,0        | 15,0            | 138,9  | 13,9            | 37,0     | 3,7             | 68,5   | 6,9             |
| Alcance                           | 17,5     | 25,0         | 1,3             | 25,0   | 1,3             | 40,0     | 2,1             | 100,0  | 5,3             |
| Potencia                          | 17,5     | 1,2          | 1,7             | 1,2    | 1,7             | 1,2      | 1,7             | 5,2    | 7,4             |
| Sistema Lanzamiento/ Recuperación | 12,5     | 0,0          | 0,0             | 1,0    | 12,5            | 1,0      | 12,5            | 1,0    | 12,5            |
| TOTAL                             | 100      |              | 51,9            |        | 61,0            |          | 35,3            |        | 51,6            |

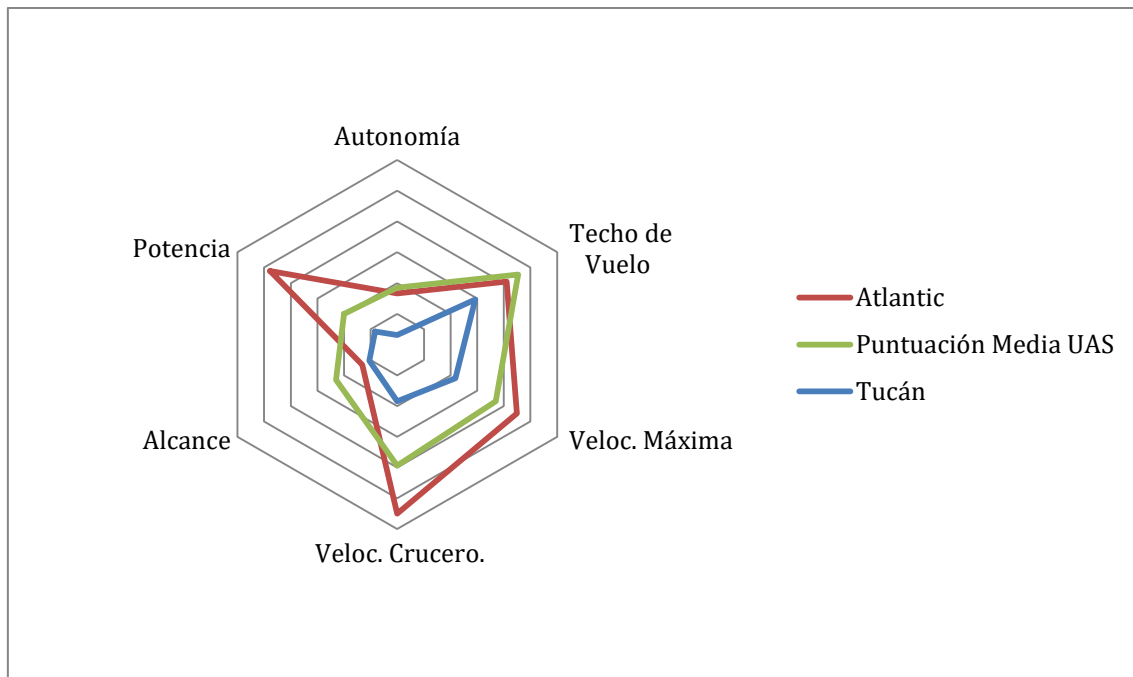
|                                   |          | ALTERNATIVAS |                 |            |                 |                  |                 |        |                 |
|-----------------------------------|----------|--------------|-----------------|------------|-----------------|------------------|-----------------|--------|-----------------|
|                                   |          | SCANEAGLE    |                 | SKYLARK II |                 | SPOTTER / FULMAR |                 | STRIX  |                 |
| Criterio                          | Peso (%) | Medida       | Estandarización | Medida     | Estandarización | Medida           | Estandarización | Medida | Estandarización |
| Autonomía máxima                  | 10       | 24,0         | 10,0            | 4,0        | 1,7             | 8,0              | 3,3             | 8,0    | 3,3             |
| Techo de vuelo                    | 15       | 5943,0       | 13,9            | 4572,0     | 10,7            | 3048,0           | 7,1             | 3657,0 | 8,6             |
| Velocidad máxima                  | 12,5     | 148,2        | 7,2             | 90,0       | 4,4             | 148,2            | 7,2             | 142,6  | 6,9             |
| Velocidad crucero                 | 15       | 111,1        | 11,1            | 111,1      | 11,1            | 101,9            | 10,2            | 37,0   | 3,7             |
| Alcance                           | 17,5     | 100,0        | 5,3             | 60,0       | 3,2             | 50,0             | 2,6             | 80,0   | 4,2             |
| Potencia                          | 17,5     | 1,1          | 1,6             | 1,2        | 1,7             | 1,5              | 2,1             | 7,5    | 10,6            |
| Sistema Lanzamiento/ Recuperación | 12,5     | 0,0          | 0,0             | 1,0        | 12,5            | 1,0              | 12,5            | 0,0    | 0,0             |
| TOTAL                             | 100      |              | 49,1            |            | 45,2            |                  | 45,1            |        | 37,3            |

|                                   |          | ALTERNATIVAS |                 |           |                 |        |                 |                |                 |
|-----------------------------------|----------|--------------|-----------------|-----------|-----------------|--------|-----------------|----------------|-----------------|
|                                   |          | GOLDENEYE 80 |                 | SNIPER XL |                 | YARARÁ |                 | FS-01 WATCHDOG |                 |
| Criterio                          | Peso (%) | Medida       | Estandarización | Medida    | Estandarización | Medida | Estandarización | Medida         | Estandarización |
| Autonomía máxima                  | 10       | 8,0          | 3,3             | 1,0       | 0,4             | 6,0    | 2,5             | 1,0            | 0,4             |
| Techo de vuelo                    | 15       | 3048,0       | 7,1             | 2438,0    | 5,7             | 3000,0 | 7,0             | 6096,0         | 14,3            |
| Velocidad máxima                  | 12,5     | 257,4        | 12,5            | 90,0      | 4,4             | 148,2  | 7,2             | 190,7          | 9,3             |
| Velocidad crucero                 | 15       | 111,1        | 11,1            | 37,0      | 3,7             | 111,1  | 11,1            | 37,0           | 3,7             |
| Alcance                           | 17,5     | 333,0        | 17,5            | 25,0      | 1,3             | 50,0   | 2,6             | 70,0           | 3,7             |
| Potencia                          | 17,5     | 1,2          | 1,7             | 1,2       | 1,7             | 6,0    | 8,5             | 1,2            | 1,7             |
| Sistema Lanzamiento/ Recuperación | 12,5     | 1,0          | 12,5            | 1,0       | 12,5            | 0,0    | 0,0             | 0,0            | 0,0             |
| TOTAL                             | 100      |              | 65,8            |           | 29,7            |        | 39,0            |                | 33,0            |

Las medias aritméticas de cada uno de los criterios considerados en los RPAS elegidos como alternativas son las siguientes:

8. Autonomía máxima: 8,9 h.
9. Techo de vuelo: 3 850,6 m.
10. Velocidad máxima: 152,2 km/h.
11. Velocidad crucero: 78,7 km/h.
12. Alcance: 87,5 km.
13. Potencia: 2,8 kw.

A continuación se muestra un Radar Chart en el cual se compara la media de los RPAS con el RPAS Atlantic y RPAS Tucán. Véase Ilustración 46.



*Ilustración 46. Comparativa RPAS Atlantic. Fuente: elaboración propia.*

## ANEXO F: MEDIOS PERTENECIENTES A LA BOP

Medios pertenecientes a los equipos OAV encuadrados en la sección de enlace de la batería de plana mayor (véase Ilustración 47).

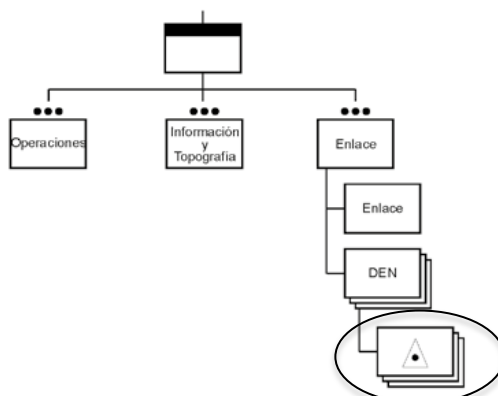


Ilustración 47. Encuadramiento orgánico de los equipos OAV [30].

### 1. Telémetro láser LP-7



Ilustración 48. Telémetro Láser LP-7. Parte delantera [10].

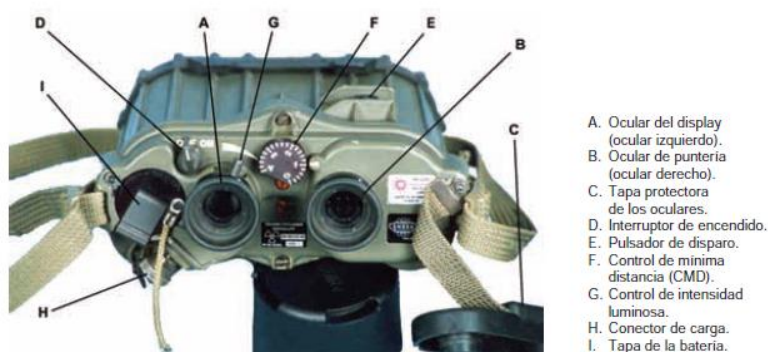


Ilustración 49. Telémetro Láser LP-7. Parte trasera [10].

### 2. Vector 21 Nite

Equipo oprónico multifuncional fácil de usar que reúne las características de cinco instrumentos separados. El peso y el volumen reducidos implican gran movilidad y agilidad así como mayor disponibilidad operacional. Dispone de:

- *Prismáticos*: Binocular de alta potencia integrado en una robusta carcasa resistente al agua y revestida de goma, con un aumento de 7x.
- *Brújula digital*: visualización del norte magnético o del acimut cartográfico en grados o milésimas mediante un compás magnético digital (DMC) con sensores magnéticos y de gravitación para inclinación y declive. Dispositivos completamente tridimensionales garantizan datos correctos aún en posición inclinada o en declive.
- *Distanciómetro*: Mide distancias comprendidas entre 5 m y hasta 12.000 m.



- *Inclinómetro*: Mide ángulos verticales en el intervalo de  $-45^\circ$  a  $+45^\circ$ .
- *Visión nocturna*: función incorporada para alterar fácilmente entre visión diurna y nocturna mediante el tubo intensificador de imagen integrado.



Ilustración 50. Imagen visión nocturna / diurna del Vector 21 Nite [11].



Ilustración 51. Imagen de indicadores sobre objetivos [11].



Ilustración 52. Imagen de control de luminosidad [11].

Los resultados se indican sobrepuestos al encuadre de lo observado. El indicador óptico con control de luminosidad garantiza que los datos sean legibles sin distraer la atención del usuario.

### 3. Cámara Térmica SOPHIE MF

Diseñada para detectar blancos, reconocerlos e identificarlos mediante visualización imagen térmica visible tanto de día como de noche, bajo condiciones climáticas difíciles. Puede capturar imágenes (en infrarrojos o luz natural) y enviarlas. Cuenta con [12]:

- Telemetría laser: con una distancia mínima medible de 50 m hasta un alcance máximo de 20.000 m. Tiene una precisión de  $\pm 5$  m y su frecuencia máxima de disparo es de 10 disparos por minuto.
- Localización GPS: cuenta con un receptor GPS interno, pero puede conectar con uno externo. Las características de este GPS interno son: Código GPS: C/A (clear / acquisition), precisión horizontal: 9 m (al 90%) y vertical: 18 m (al 90%). Tipos de coordenadas: WGS84, MGRS o UTM.
- Brújula: de tipo magnética digital, debe calibrarse cada vez que se enciende la cámara.

| Tipos de datos | Precisión                   | Rango          | Razón |
|----------------|-----------------------------|----------------|-------|
| Azimut         | $\pm 1^\circ$ a $1\sigma$   | $360^\circ$    | 25 Hz |
| Elevación      | $\pm 0,2^\circ$ a $1\sigma$ | $\pm 45^\circ$ | 25 Hz |

Tabla 27. Características de la brújula magnética digital [12].



Ilustración 53. Cámara Térmica SOPHIE MF [12].

### 4. UAV RAVEN RQ 11B

El sistema miniUAV RAVEN RQ-11 B está compuesto por los siguientes elementos [14]:

- Tres plataformas aéreas.
- Dos estaciones de control en tierra idénticas (GCS y RVT<sup>45</sup>)
- Sensores:
  - o Tres diurnos, cada uno con dos cámaras en color (frontal y lateral).

<sup>45</sup> Remote Video Terminal.

- Dos nocturnos (con cámara térmica sin refrigerar) de visión lateral con iluminador laser.
- Un ordenador portátil ruggedizado para planificación y seguimiento de la misión, con un GIS<sup>46</sup> incorporado.
- Un simulador software, que se ejecuta en el ordenador portátil, reproduciendo la secuencia de los chequeos pre vuelo del avión y otras tareas rutinarias.
- Un cargador de baterías con adaptadores vehiculares y para la red eléctrica.
- Un lote de repuestos de nivel orgánico por sistema.
- Caja de transporte (embalaje logístico), que permita contener todos los elementos del sistema.

Tiene cinco modos de empleo, en función de las características cada misión:

- Modo manual.
- Altura constante.
- Navegación.
- Observación.
- Retorno.

En la Tabla 28 se muestran las características principales del sistema.

| <b>CARACTERÍSTICAS UAV RAVEN RQ 11B</b>                     |  |
|---|--|
| <b>Alcance (máximo teórico)</b>                             | 10 km (Línea de Visión Directa)  |
| <b>Alcance eficaz</b>                                       | 6 - 8 Km.  |
| <b>Altura operativa</b>                                     | 45 a 300 m. sobre el terreno   |
| <b>Altura mínima de vuelo</b>                               | 30 m. sobre el terreno   |
| <b>Altitud máxima de lanzamiento</b>                        | 4600 m. sobre el nivel del mar   |
| <b>Velocidad</b>  | 20 a 57 Km/h   |
| <b>Velocidad de crucero</b>                                 | 56 Km/h (13.5 m/s)   |
| <b>Temperaturas de operación</b>                            | - 30°C a +50°C   |
| <b>Envergadura de alas</b>                                  | 1,4 m  |
| <b>Longitud</b>   | 0,9 m  |
| <b>Estructura</b>   | Modular compuesto de Kevlar  |
| <b>Peso avión (con carga útil)</b>                          | 1,9 Kg   |
| <b>Elemento carga útil (peso)</b>                           | 185 g  |
| <b>Peso del sistema (configuración mínima<sup>47</sup>)</b> | Dos empaques de 5 Kg cada uno.   |
| <b>Zoom digital (sólo sensor Electro-óptico)</b>            | Tres niveles (ancho, normal y telefoto)  |
| <b>Iluminador láser</b>                                     | Si, (500 m alcance) sólo en el sensor Infrarrojo   |
| <b>Velocidad de subida</b>                                  | 240 m/min 600 m AGL  |
| <b>Velocidad de giro</b>                                    | 360° en 24 segundos  |
| <b>Motor</b>  | Eléctrico  |
| <b>Baterías recargables del avión</b>                       | Li-Ion (recargables)   |
| <b>Autonomía</b>  | 60~90 min. con baterías recargables (Li-Ion)<br>80~110 min. con baterías desechables (LiSO2) |
| <b>Lanzamiento</b>  | Manual   |
| <b>Aterrizaje</b>   | Aterrizaje automático vertical por pérdida de sustentación                                   |

Tabla 28. Características principales del miniRAVEN RQ-11 B [14].

<sup>46</sup> GIS: Geographic Information System.

<sup>47</sup> Un avión, una Estación de Control Terrestre (GCS) y los elementos de control.

## ANEXO G: SISTEMAS DE ARMAS EXISTENTES EN UNA BOP

| Piezas                     | Obús 155/52 SIAC  | Obús ATP M-109 A5E  | Obús LightGun L118/L119  |
|----------------------------|---|---|--|
| Imagen                     |  <p>Ilustración 54. Obús 155/52 SIAC.</p>  |  <p>Ilustración 55. Obús ATP M-109 A5E.</p> |  <p>Ilustración 56. Obús Light Gun L118..</p> |
| Fabricado                  | GDSBS España  | EEUU  | Reino Unido  |
| Armamento                  | Cañón 155/52  | Cañón 155/39  |  |
| Calibre                    | 155 mm  | 155 mm  | 105 mm   |
| Alcance máximo             | Municiones ordinarias 18 km, municiones especiales 40 km  | 30 km   | 21 km / 15,5 km  |
| Tipo de municiones         | Proyectil rompedor, fumígeno e iluminante   | Proyectil rompedor, fumígeno e iluminante   | Proyectil rompedor, fumígeno e iluminante  |
| Peso                       | 12 900 kg   | 24 500 kg   | 1 860 kg   |
| Longitud                   | 8,12 m  |   | 6,620 m  |
| Dotación                   | 7 sirvientes  | 6 sirvientes  | 5 sirvientes   |
| Cadencia de disparo máxima | 8 disparos/minuto   | 6 disparos/minuto   | 6 disparos/minuto  |
| Misión                     | Apoyar con acciones de fuego sobre objetivos de oportunidad en defensa de bases/instalaciones de la FUERZA, columnas en movimiento o unidades en misiones de reconocimiento en el alcance de material | Apoyar con acciones de fuego ACA a las unidades tipo brigada pesadas  | Apoyar con acciones de fuego de artillería de campaña a las unidades tipo Brigada  |

Tabla 29. Características de las Piezas de Artillería de una BOP. Fuente: elaboración propia.

# ANEXO H: MEDIOS DEL GAIL

## 1. Radar C/B ARTHUR (ARTILLERY HUNTER RADAR)



Ilustración 57. Radar ARTHUR sobre camión [8].

## 2. Sistema HALO (Hostile Artillery Location)

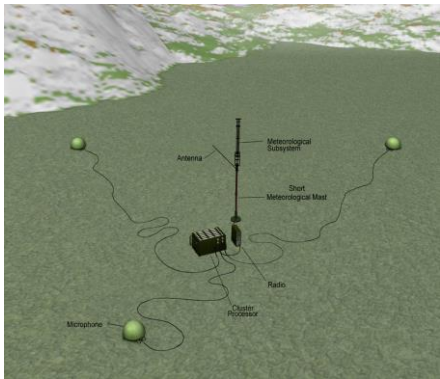


Ilustración 58. Posición sensora HALO [8].

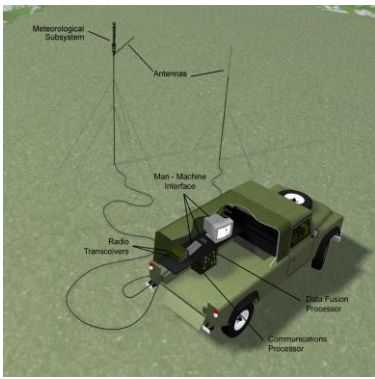


Ilustración 59. Puesto de Mando HALO [8].

## 3. Sistema PASI



Ilustración 60. Sistema UAV-PASI modelo Searcher MK-II-J. Imagen tomada de la web: [www.emad.es](http://www.emad.es).



Ilustración 61. Interior de la GCS [31].

| CARACTERÍSTICAS SISTEMA PASI |                     |                       |                     |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Origen                       | Israel              | Fabricación           | España / IAI Israel |
| Categoría                    | Clase II            | Autonomía             | 18 horas            |
| Techo de vuelo               | 7010 m              | Velocidad máxima      | 203 km/h            |
| Alcance                      | Hasta 350 km (relé) | Velocidad media       | 148 km/h            |
| Envergadura                  | 5,71 m              | Longitud              | 4,61 m              |
| Potencia                     | 60 kw               | Máx. peso combustible | 142 L               |
| Recuperación                 | Pista               | Lanzamiento           | Pista               |

Tabla 30. Características RPAS Searcher MK III [32].

#### 4. Estaciones meteorológicas

Actualmente, el GAIL dispone de dos equipos meteorológicos: el Marwin 32 y el RT 20A. Estos proporcionan datos que hacen el tiro de artillería más preciso y podrían dar información muy valiosa para el empleo óptimo de los RPAS.

1. Estación Marwin 32: está constituida fundamentalmente por el sistema receptor/procesador que cuenta a su vez con el procesador de datos y la antena receptora.



*Ilustración 62. Sistema procesador de datos de la estación Marwin 32 [8].*

Ambos elementos se conectan mediante dos cables de 20 metros transmitiendo la información que llega de la radiosonda y la señal de GPS.



*Ilustración 63. Radiosonda RS 92 [8].*

2. Estación RT 20A: está compuesta por un conjunto de cuatro paneles, un soporte, un pedestal, un trípode, un procesador de datos NW12, la fuente de alimentación y diversos cables de conexión del equipo. Trabaja con radiosondas modelo RS 92-D.



*Ilustración 64. Radiosonda RS 92-D, para la estación RT 20-A [8].*



*Ilustración 65. Equipo integrante de la estación meteorológica RT 20-A con las antenas dispuestas para el seguimiento del globo en que se desplaza la radiosonda de obtención de datos [8].*

Ambas radiosondas, junto con el globo meteorológico, se elevan a lo largo de las capas de la atmósfera y obtiene los datos meteorológicos. Tiene capacidad para generar boletines de ACA, de AAA, de adquisición de objetivos, de datos de cuadrícula y de lluvia radiactiva.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y DEFINICIONES

|  |  |
|--|--|
| <b>Analista de blancos</b>               | Oficial o suboficial responsable de determinar, mediante el estudio detallado, los sistemas de blancos, sus puntos nodales críticos, fortalezas y vulnerabilidades, que permitan su selección dentro del proceso de Targeting. Este perfil tiene como requisito la realización de un curso de Inteligencia de blancos. |
| <b>Autoridad de empeño (TEA)</b>         | Es la autoridad investida a un nivel de Mando, para autorizar la realización de acciones sobre blancos, para un nivel de CDE determinado. Viene determinada por la CDM.  |
| <b>Blanco</b>                            | Área, estructura física, objeto, persona física o jurídica, proceso mental, actitud, pensamiento o comportamiento sobre los que se puede actuar con armas u operaciones militares, seleccionado para lograr los efectos que contribuyan a satisfacer los Objetivos Operacionales.                                      |
| <b>Blanco sensible</b>                   | Aquellos en los que el jefe de la Brigada ha estimado que los daños físicos y los efectos colaterales fortuitos en civiles o personas no-combatientes, en la propiedad y el medioambiente, dentro de las operaciones militares, exceden los umbrales establecidos en el nivel nacional.                                |
| <b>Brigada</b>                           | Unidad elemental de empleo en las operaciones militares. Tiene composición orgánica fija y, operativamente, está compuesta por un número variable de agrupamientos tácticos, unidades de apoyo al combate y apoyo logístico al combate. Combate normalmente reunida.   |
| <b>Efecto</b>                            | Es el estado físico o de comportamiento de un sistema como resultado de una acción, conjunto de acciones u otro efecto sobre él.   |
| <b>Efectos colaterales</b>               | Son los que producen consecuencias no intencionadas, en forma de daño a personas u objetos no directamente relacionados con el blanco sobre el que se actúa.   |
| <b>Efectos deseados</b>                  | Son los que se persiguen lograr, pues contribuyen al logro de los objetivos o situación final deseada.   |
| <b>Efectos letales</b>                   | Aquellos que se alcanzan mediante una acción que produce un daño físico irreversible sobre el blanco.  |
| <b>Efectos no letales</b>                | Aquellos que se alcanzan gracias a una acción que no causa un daño físico irreversible sobre el blanco.  |
| <b>Elemento de apoyo de fuegos (FSE)</b> | Elemento de artillería a través del cual el FSO ejerce la dirección, en todos los niveles, del planeamiento general, coordinación y empleo de todos los medios de apoyos de fuego conjunto asignados.  |
| <b>Estado fallido</b>                    | Estado débil en el que su gobierno central tiene poco control práctico sobre su territorio.  |
| <b>Gestor de sistemas</b>                | Suboficial responsable de la gestión operativa y técnica de los sistemas y herramientas de mando y control en apoyo al Targeting. Este perfil tiene como requisito la realización de un curso de administrador del sistema que gestione.   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Nivel estratégico</b>                      | Nivel superior de planeamiento y conducción de las operaciones militares mediante el cual se alcanzan los grandes objetivos estratégicos señalados por el nivel político para las FAS.  |
| <b>Nivel operacional</b>                      | Nivel de planeamiento y conducción de las operaciones militares en que se conciben, planean y dirigen las campañas que tienen por finalidad alcanzar los objetivos estratégicos militares, y se fijan los objetivos operacionales que han de lograrse mediante las operaciones principales.   |
| <b>Nivel táctico</b>                          | Nivel de planeamiento y conducción de las operaciones militares en el que se desarrollan las acciones militares tácticas de ofensiva, de estabilización y de apoyo que permiten alcanzar los objetivos operacionales.   |
| <b>Oficial de apoyo de fuegos (FSO)</b>       | es un oficial de artillería, asesor del jefe de la organización operativa y de su EM/PLM, desde el nivel Subgrupo Táctico hasta Brigada y superior, en todos los asuntos relacionados con los apoyos de fuego conjunto.   |
| <b>Patrón de vida</b>                         | Proceso que permite corroborar que ningún no-combatiente se encuentra en la zona colateral en el momento de llevar a cabo la acción militar. Debe mantenerse antes y durante el ataque mediante observación visual, inteligencia humana, por imágenes, electro-óptica, medida electrónica o de respuesta, acústicas u otras.  |
| <b>Pequeña Unidad (PU)</b>                    | Estructura orgánica dotada de unas determinadas capacidades de combate, de apoyo al combate o de apoyo logístico al combate, para el desarrollo de una necesidad operativa.   |
| <b>Targeteer</b>                              | Oficial o suboficial responsable de determinar que blancos son los que permiten alcanzar los objetivos operacionales, mediante acciones militares con efectos letales o no letales sobre ellos. Además, serán responsables de estimar el daño colateral, asignar la capacidad militar idónea para lograr los efectos deseados y de determinar si estas acciones han logrado estos efectos. Este perfil tiene como requisito la realización de un curso básico de Targeting. |
| <b>Targeting Conjunto</b>                     | Función conjunta cuya finalidad es facilitar la consecución de los Objetivos del Comandante Operacional, mediante la determinación de blancos y las acciones a ejecutar sobre ellos, su sincronización entre sí y con el resto de la operación.   |
| <b>Valoración de daños de combate (BDA)</b>   | Valoración de los efectos resultantes de la aplicación de una acción militar, letal o no letal, sobre un objetivo.  |
| <b>Weaponneering</b>                          | Procedimiento de asignación de armas, munición, parámetros de lanzamiento y táctica de empleo.  |
| <b>Weapons Effectiveness Assessment (WEA)</b> | Es la valoración de la efectividad de la capacidad militar empleada para determinar y proponer cambios necesarios en la metodología, tácticas, sistemas de armas, municiones, espoletas y/o parámetros de lanzamiento, mejorando así su efectividad.  |